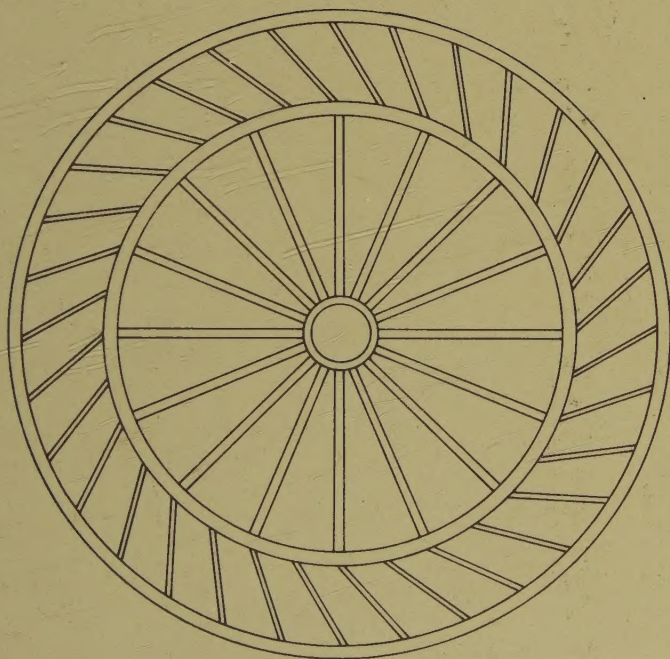


VATTENMÖLLOR OCH MÖLLARE I DET ROMERSKA RIKET

ÖRJAN WIKANDER



Lund 1980

Vattenmöllor och möllare i det romerska riket

Av Örjan Wikander

Akademisk avhandling, som för avläggande av filosofie doktorsexamen vid Humanistiska fakulteten vid Lunds Universitet kommer att offentligen försvaras i Carolina-salen, Kungshuset, lördagen den 27 september 1980, kl.10.15.

Organization LUND UNIVERSITY Department of Classics Sölvegatan 2 223 62 LUND, Sweden		Document name DOCTORAL DISSERTATION	
		Date of issue September 1980	
Author(s) Örjan Wikander		CODEN: LUHFDA/(HFKA 1003)/1-154/(1980)	
		Sponsoring organization	
Title and subtitle Vattenmøllor och møllare i det romerska riket (Water-mills and millers in the Roman Empire)			
Abstract The sources for the history of the water-mill in Antiquity have never been gathered and properly evaluated. As a result, the existing studies of the subject in many cases give a picture with little factual foundation. This thesis aims at a preliminary presentation of the sources and an analysis of the evidence to be gained from them up to c. 500 A.D. <i>Chapter 1</i> contains an exhaustive presentation of 86 literary and archaeological sources considered to refer to water-powered mills during the period. Of these, 32 may be accepted with reservation, while 44 can be considered reliable evidence. <i>Chapter 2</i> discusses the appearance and typology of the ancient water-mills. Many scholars claim that the horizontal-wheeled mill was the dominant type in older times, but the actual sources show scant evidence of this. However, both the undershot and the overshot mills are known since the first century B.C. <i>Chapter 3</i> discusses the origin and diffusion of the water-mill. The real break-through is usually dated in the later IVth or even the Vth century A.D., but the extant sources speak rather in favour of the IIIrd century - a period not normally connected with economic and technical progress. <i>Chapter 4</i> discusses economic, social and legal aspects. Differing conditions in the cities and in the countryside are considered, as well as the importance of the Roman army and the early Christian monasteries for the diffusion of the water-mill.			
Key words Antipater of Thessalonica, Barbegal, Gearing, Grain supply, Mill, Millers, Monastery, Vitruvius, Water-mill, Water-power, Water-wheel			
Classification system and/or index terms (if any)			
Supplementary bibliographical information		Language Swedish	
ISSN and key title		ISBN	
Recipient's notes		Number of pages 154	Price 50:- Sw.Kr.
		Security classification	
Distribution by (name and address)			

I, the undersigned, being the copyright owner of the abstract of the above-mentioned dissertation, hereby grant to all reference sources permission to publish and disseminate the abstract of the above-mentioned dissertation.

Signature Örjan Wikander

Date 27 IX 1980

VATTENMÖLLOR OCH MÖLLARE I DET ROMERSKA RIKET

ÖRJAN WIKANDER

Lund 1980



MATRI ATQUE UXORI

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	9
1. Källor och litteratur	13
1:1 Litterära källor	13
1:1:1-11 1400-talet f.Kr. - 100 e.Kr.	13
1:1:12-14 Icke daterade belägg	17
1:1:15-16 100 - 300 e.Kr.	19
1:1:17-22 300 - 400 e.Kr.	20
1:1:23-24 300-/400-talet e.Kr.	22
1:1:25-36 400 - 500 e.Kr.	22
1:1:37 ca 275 - 537 e.Kr.?	28
1:2 Arkeologiska fynd	29
1:2:1-14 Britannien	29
1:2:15 Danmark	36
1:2:16 Tyskland	37
1:2:17-18 Frankrike	37
1:2:19 Spanien	42
1:2:20-25 Italien	42
1:2:26-28 Grekland	49
1:2:29 Mindre Asien	53
1:2:30-43 Palestina	53
1:2:44 Afrika	55
1:3 Antika avbildningar	55
1:3:1-2 Före 300 e.Kr.	55
1:3:3-5 300 - 500 e.Kr.	56
1:4 Forskningsöversikt	58
Kapitel 1. Noter	65
2. Möllornas utseende och typologi	73
2:1 Antik terminologi	73
2:1:1 Grekiska	73
2:1:2 Latin	74
2:2 Typologi	75
2:2:1 Översikt över existerande kvarntyper	75

2:2:2	Källmaterialet	77
2:2:3	Slutsatser	80
2:3	Kvarnverkets delar	82
2:3:1	Vattenhjulet	82
2:3:2	Hjulaxeln	83
2:3:3	Kugghjulen	83
2:3:4	Kvarnjärnet	84
2:3:5	Kvarnstenarna	85
2:3:6	Ifyllningstratten	87
2:4	Omgivande konstruktioner	88
2:4:1	Vattnet	88
2:4:2	Dammen	88
2:4:3	Dammluckorna	89
2:4:4	Kvarnrännan	89
2:4:5	Hjulschaktet	90
2:4:6	Avloppet	90
2:4:7	Kvarnbyggnaden	91
2:5	Effekt	91
	Kapitel 2. Noter	94
3.	Vattenmöllans uppkomst och spridning	98
3:1	Perioden fram till ca 100 e.Kr.	98
3:1:1	Uppfinningen och dess förutsättningar	98
3:1:2	Skvaltkvarnens ursprung	104
3:1:3	Den vidare utvecklingen under det första århundradet e.Kr.	105
3:2	Utvecklingen ca 100 - 300 e.Kr.	106
3:3	Utvecklingen ca 300 - 500 e.Kr.	107
3:3:1	Västeuropa	107
3:3:2	Nordafrika	109
3:3:3	Balkan	110
3:3:4	Asien utom Kina	110
3:4	Kina	111
	Kapitel 3. Noter	113
4.	Ekonomiska, sociala och juridiska aspekter	118
4:1	Kvarnarnas användningsområden	118
4:1:1	Vattenmöllor i städerna	118
4:1:2	Militära vattenmöllor	121
4:1:3	Vattenmöllor på landsbygden	122
4:1:4	Klostrens vattenmöllor	124
4:2	Juridiska aspekter	125
4:2:1	Vattenmöllan i romerska lagar och edikt	125

4:2:2	Vattenmöllan i icke-romersk lagstiftning	127
4:3	Möllaryrkets framväxt	127
4:3:1	Bakgrunden	127
4:3:2	Utvecklingen i städerna	128
4:3:3	Utvecklingen på landsbygden	129
4:3:3	Möllare vid klostrens kvarnar	130
4:3:5	Kvarnbyggare	130
	Kapitel 4. Noter	132
	English summary	137
1.	Sources and Literature	137
2.	The Appearance and Typology of the Water-Mill	138
3.	The Origin and Diffusion of the Water-Mill	140
4.	Economic, Social and Legal Aspects	142
	Litteratur	145
	Addenda	153

ILLUSTRATIONER

- Fig. 1. Plan över brofästet vid Chesters.
p.29 Från Simpson-Wilson, Textfig.3b (p.43).
- Fig. 2. Kvarnjärnet från Great Chesterford.
p.30 Från Neville, Pl.3:28 (vid p.6).
- Fig. 3. Förenklad plan över kvarnanläggningen vid Haltwhistle Burn.
p.31 Efter Simpson-Wilson, Pl.I (vid p.34).
- Fig. 4. Förenklad plan över kvarnanläggningen vid Barbegal.
p.38 Från Eydoux 201 (baserad på originalritning av A. Poirson, Benoit 24-25, Fig.3).
- Fig. 5. Preliminär plan över vattenmöllan i Caracallas thermer, med rekonstruktion av vattenhjul, hjulaxlar och vertikala kugghjul.
p.43 Efter skiss av Th. Schiøler.
- Fig. 6. Plan över vattenledningar och kvarnanläggningar på Janiculum.
p.45 Från Van Buren XI, Fig.1 (p.70).
- Fig. 7. Rekonstruktion av vattenhjulet från Venafrum.
p.47 Efter Jacono Fig.3 (p.219).
- Fig. 8. Rekonstruktion av vattenmöllan på Athens agora (Agora II).
p.50 Från Parsons, Fig.10 (p.79).
- Fig. 9. Stenlagren till Agora-möllans hjulaxel.
p.51 Från Parsons, Fig.16 (p.84).
- Fig. 10. Perspektivisk ritning av det målade vattenhjulet i Coemeterium Maius.
p.56 Från Schiøler, Fig.110 (p.155).
- Fig. 11. Förenklad ritning av vattenmöllan på en mosaik i Konstantinopel (Konstantinopel I).
p.57 Från Forbes 1956, Fig.548 (p.600).
- Fig. 12. Antika kvarnstenar i inbördes samma skala.
p.86
- a. Löpare från Zugmantel. Efter Jacobi, Fig.38:2 (p.82).
 - b. Liggare från Barbegal. Efter Benoit, Fig.16 (p.59).
 - c-d. Liggare och löpare från Athens agora. Efter Parsons, Fig.17d respektive 17b (p.84).
 - e. Liggare och löpare från Haltwhistle Burn. Efter Simpson-Wilson, Pl.II:1 (p.37).
 - f. Löpare från Haltwhistle Burn. Efter Simpson-Wilson, Pl.II:3 (p.37).

INLEDNING

*Ambo sumus lapides, una sumus, ambo iacemus;
Quam piger est unus, tantum non segnis it alter.
Hic manet immotus; non desinit ille moveri.*

Denna bok har sin upprinnelse i januari 1973, då jag för första gången stod framför den anmärkningsvärt välbevarade senantika vattenmöllan på Athens agora - förvånad, liksom så många andra, över ett antikt exempel på en företeelse som i allmänhet brukar förknippas först med medeltiden. På förvåningen följde nyfikenhet, och under de närmast följande åren ägnade jag åtskillig ledig tid åt att studera den tillgängliga handbokslitteraturen i ämnet. Under loppet av år 1975, som jag till stor del tillbragte just i Athen, intensifierade jag dessa studier; resultatet blev två populärt hållna artiklar om vattenmöllans historia, framför allt under antiken, men också innefattande en kortare översikt över den senare utvecklingen [Wikander 1975; Wikander 1976].

I dessa båda artiklar anslöt jag mig försiktigtvis helt till gängse uppfattningar om vattenmöllans uppkomst och tidigaste historia. Icke desto mindre hade jag emellertid redan på detta tidiga stadium hunnit gripas av starka tvivel gentemot en stor del av dessa, uppenbarligen mycket löst grundade antaganden, och i stället för att som avsett betrakta mina populära artiklar som ändpunkten för ett tidsfördriv började jag nu allt mer uppfatta dem som inledning- en till ett allvarligt syftande forskningsarbete.

Med början under hösten 1975 arbetade jag mig konsekvent genom praktiskt taget allt som överhuvudtaget skrivits om vattenmöllans historia under antik och tidig medeltid, och för varje fas i mitt arbete blev jag mer övertygad om att mina misstankar varit berättigade: en påfallande ringa del av det som sagts och skrivits i denna fråga är grundat på fakta. I den mån man alls bekymrat sig om att studera källmaterialet har man i betydande utsträckning antingen missförstått eller till synes avsiktligt vantolkat dess innebörd, och i stället dominerats litteraturen av ett ohämmat tyckande och spekulerande, på vilket ingen meningsfull vetenskaplig diskussion kan baseras.

På detta stadium började förutsättningarna för mitt arbete ta fastare form, och jag kunde sammanfatta mina avsikter på följande sätt:

"The need for a factually based debate on the development and diffusion of the water-mill in antiquity is counteracted by the difficulty of surveying all facts available, literary sources as well as archaeological discoveries. ... many scholars draw farreaching conclusions from the limited material available to them, a material not seldom in conflict with other evidence. In order to fashion a somewhat more steady base for further research, I have been working for some time on a collection, as complete as possible, of literary and archaeological evidence for the history of the water-mill in Classical Antiquity and the early Middle Ages. I am of the definite opinion that no real illumination of the history of water-mills during antiquity can be reached without following the development up to the point where the social and economic systems are irrevocably changed. That this point must be placed after the VIth century seems clear. It is equally clear that it falls before the fully developed feudal society. Where exactly within these limits the line is to be drawn is arbitrary; I have settled on 814, the year of the death of Charlemagne." [Wikander 1979, 35]

För att nå det mål jag ställt upp, arbetar jag i tre steg. I det första syftar jag till att studera vissa frågor som jag uppfattar som väsentliga, men alltför detaljbetonade eller perifera för att med fördel låta sig presenteras tillsammans med övrigt material. En sådan undersökning har redan publicerats, en annan är under tryckning [Wikander 1980], och ytterligare åtminstone en artikel av detta slag är planerad.

Då mycket arbete återstår innan den slutgiltiga sammanfattningen av mina studier kan vara färdig för publicering, har det tyckts mig väl motiverat att här i begränsad form redovisa resultaten av mitt hittillsvarande arbete. Att boken publiceras på svenska är delvis betingat av en önskan att en översikt över vattenmöllans äldre historja skall föreligga också på vårt eget språk - det intresse som på senare år börjat visas teknikhistoriska spörsmål i allmänhet och energifrågor i synnerhet torde här vara motivering nog.

Jag tar i denna bok upp de flesta väsentligare frågeställningar som jag avser behandla i mitt kommande, mera definitiva arbete. "Begränsad" är denna första version i flera avseenden, men framför allt i så måtto, att jag inskränkt tidsramen till att gälla antiken i något striktare mening. Gränsen sätter jag här vid 500 e.Kr. i stället för tre hundra år senare. Detta är att uppfatta så, att jag haft som ambition att i min katalog presentera allt källmaterial, litterärt såväl som arkeologiskt, som stammar från eller behandlar en tidpunkt före detta årtal. Det betyder inte att jag fränhänder mig möjligheten att referera till senare material i de fall så synts motiverat för att bättre belysa de frågor jag valt att ta upp till behandling. Jag har däremot i princip avstått från diskussion rörande problem som helt eller huvudsakligen gäller frågeställningar av mer "medeltida" än antik karaktär.

"Katalogen" (kapitel 1) borde kanske rätteligen nämnas vid annat namn, då jag medvetet och grovt bryter mot den oskrivna regel som förbjuder yppandet av egna åsikter i detta sammanhang. Beträffande de arkeologiska evidensen har det emellertid tyckts mig ogörligt att presentera materialet på annat sätt, då det i allmänhet saknas publikationer i egentlig mening, på vilka en strikt katalogbeskrivning skulle kunna baseras. Jag skulle ofta ha försatt läsaren i ett orimligt ofördelaktigt läge, om jag inte sökt klarlägga förhållandena så långt detta låtit sig göras genom att dels referera den följande vetenskapliga diskussionen och dels, där så synts mig nödvändigt, även framlägga min egen uppfattning i kontroversiella frågor.

Beträffande de litterära evidensen ansluter jag mig närmare till gällande praxis. Texterna utgör på ett helt annat sätt än de arkeologiska fynden evidens som kan anses tala för sig själva, utan beledsagande kommentar. Jag tar härvid som regel endast upp två frågor. I sammanhanget relevanta oklarheter i textens gestaltning påtalas, och i de fall det inte kan anses uppenbart att den verkliga behandlar just vattendrivna kvarnar presenterar jag såväl andra författares åsikter i frågan som mina egna. I övrigt har diskussioner rörande de litterära beläggen placerats i sitt respektive sammanhang på annan plats i boken.

I katalogen upptas de litterära texter och arkeologiska fynd som av någon skribent ansetts syfta på vattenmöllor; i min diskussion försöker jag sedan fastslå med vilken rätt. Av texterna presenteras samtliga utom de jag definitivt utmönstrar in extenso, såväl på originalspråket som i svensk översättning - det senare föranlett av det intresse problemen rörande vattenmöllans uppkomst och utveckling visas också från teknisk sida. Det kan inte nog poängteras, att ingen översättning ger en helt rättvisande bild av originalet och att inga slutsatser får baseras på de översatta texterna. Översättningarna från grekiska och latin är mina egna och torde på många punkter avspegla min personliga tolkning av sakligt kontroversiella ord och uttryck. Likväl är det min förhoppning att de skall göra det lättare för många läsare att uppfatta, om inte sanningen om vattenmøllan under antiken, så åtminstone min version av densamma.

Beträffande de forniriska och arameiska texterna har jag själv varit i det oacceptabla läget att jag måst utgå från andras översättningar utan att kunna ta ställning till dessas trovärdighet. I fråga om den iriska texten (1:1:16) torde detta vara av underordnad betydelse; rörande de avsevärt mera detaljerade beskrivningarna i olika Talmud-texter (1:1:14) är situationen emellertid allvarligare. Här har jag försiktigtvis valt att i avvaktan på diskussioner med experter i ämnet helt avstå från andra slutsatser än det av ingen ifrågasatta faktum, att åtminstone några av dem faktiskt behandlar vattendrivna kvarnar. I konsekvens med denna tillfälliga kapitulation inför min egen okunnighet har jag heller inte gjort några försök att skapa en enhetlig ortografi för arabiska och arameiska namn och glosor, fastän de av olika här refererade och citerade författare uppenbarligen transkriberas enligt väsentligen olikartade system.

Beträffande geografiska namn och begrepp har jag även i övrigt avstått från varje försök till formell konsekvens och enhetlighet. Klassiska antika ortsnamn som Venafrum möter vid sidan av moderna som Chesters och försvenskade former som Rom. Större territoriella enheter möter i klassisk form som Gallien, i modern som Grekland och som rent geografiska icke-politiska enheter som Mindre Asien. En total konsekvens härvidlag är omöjlig, en delvis genomförd sådan i mitt tycke meningslös. Min enda strävan har i detta avseende varit att i varje läge använda det begrepp som kan antas ge läsaren den klaraste uppfattningen av vad jag velat säga.

Årtal avser, om inte annat angives, efter Kristi födelse; "f.Kr." skrives ut genomgående, "e.Kr." i de fall jag av någon anledning funnit det motivverat att extra starkt betona förhållandet.

Den noggrannhet varmed jag refererar den moderna diskussionen i olika frågor kan måhända förefalla något överdriven. Ibland är den det säkert också, men med bakgrund av den närmast ofattbara serie av oklarheter och osakliga påståenden som utgör en stor del av den moderna litteraturen i ämnet har det varit min ambition att en gång för alla förvisa åtminstone de värsta orimligheterna till vetenskapens skräpkammare, och utan att direkt trycka på dem tror jag tyvärr inte att det låter sig göra.

Samtidigt har jag eftersträvat att lämna en klar redovisning av alla de konstruktiva synpunkter som faktiskt framkommit, även i de fall där jag själv intar en väsentligt annan uppfattning. Som ett led i detta har jag i största möjliga utsträckning ordagrant citerat de författare jag refererar. I allmänhet nödvändiggör naturligtvis praktiska utrymmeshänsyn ett sammanfattande referat, men där fakta och synpunkter framlägges klart och koncist har jag inte sett något skäl att formulera om en redan välformulerad text. Ett ytterligare motiv för detta tillvägagångssätt har varit min strävan att göra det möjligt också för forskare utan kunskaper i det svenska språket att dra nytta av materialsammanställningen i min katalog.

Illustrationsmaterialet har jag av olika skäl valt att kraftigt begränsa. Med hänsyn till offset-förfarandets tekniska ofullkomligheter saknas fotografier helt, och inte heller för streckteckningarnas del syftar jag till någon fullständighet. Min strävan har endast varit de, att alla väsentligare delar av en antik vattenkvarn skall finnas avbildade någonstans i boken. I övrigt hänvisar jag till min kommande, mera definitiva publikation, i vilken jag hoppas kunna presentera en omfattande dokumentation av det arkeologiska materialet.

En förutsättning för att denna bok alls skulle bli till har varit den hjälp och den uppmuntran jag under hela mitt arbete rönt från min hustru Charlotte, som därtill varit ansvarig för bokens yttre utformning, genom den delvis ytterst komplicerade och tidsödande renskriften av mitt manuskript.

Min handledare, Prof. Pär Göran Gierow, har alltid varit beredd att ge mig den hjälp jag begärt, utan att vilja inskränka på den ibland något odisciplinerade frihet jag känt behov av i mina studier.

Prof. Birger Bergh har aldrig tvekat att ställa upp ens vid de för honom mest olämpliga tidpunkter, för att hjälpa mig genom det tidigmedeltida latinets språkliga egendomligheter. Beträffande ett par latinska inskrifter har jag kunnat rådfråga Fil.dr. Bengt Malcus, Docent Hilding Thylander och framför allt Docent Bengt E. Thomasson.

Ett alldeles särskilt tack måste riktas till Dr. Thorkild Schiøler, expert på antika vattenuppfodringsverk och en av världens främsta kännare också av tidiga vattenmöllor. Han har varit mig behjälplig särskilt rörande tekniska frågor, har läst mitt manuskript och gjort många värdefulla påpekanden.

Jag vill också nämna den vänlighet som visats mig av Docent Carl Gustaf Styrenius, chef för Medelhavsmuseet i Stockholm, i vars bibliotek och tjänstelokaler större delen av denna bok blivit skriven.

Fil.kand. Carole Gillis har översatt min sammanfattning till engelska och därvid visat en sällsynt förståelse för mina synpunkter på hennes modersmål.

Sist, men inte minst, går mitt tack till Christen Hansson i Södra Sandby, Påfwell Jönsson i Ravlunda, Pahl Larsson och Lars Pahlsson i Brösarp, samt Anders Nilsson i Vittskövle, vilka först inspirerade mig att skriva denna bok.

1 KÄLLOR OCH LITTERATUR

1:1 LITTERÄRA KÄLLOR

1:1:1 Pausanias III 20,2 1400-talet f.Kr.?

Graves hävdar att Myles, den andre konungen i Sparta, skulle ha ansetts som "the inventor of water mills".¹ Pausanias säger dock ingenting om vilken typ av kvarn det skulle ha rört sig om och syftar med all sannolikhet snarare på en handkvarn.

1:1:2 ? ca 700 f.Kr.?

"We know that King Menuas of Urartu ... built a great canal in the eighth century B.C., and that at an undetermined early date there were forty mills of an unknown type along it."²

Av sammanhanget framgår utom varje tvivel, att Storck och Teague talar om vattendrivna kvarnar. De ger emellertid ingen som helst antydning om varifrån de hämtat sin uppgift, och utan närmare bekräftelse måste man ställa sig tvivlande till dess autenticitet.

1:1:3 Lucretius, *De rerum natura* V 509-516 60/50 f.Kr.

Detta textställe anses av några författare syfta på vattenmøllor,³ men i kommentarer och översättningar till Lucretius uppfattas det regelmässigt som syftande på ett vattenuppfodringsverk (hydraulisk noria). Samma ståndpunkt intar också de flesta som diskuterat texten i samband med antika vattenkvarnar,⁴ och jag ser varken språkliga eller sakliga skäl att här ifrågasätta den allmänna meningen. Mina synpunkter i frågan har jag närmare utrett i annat sammanhang.⁵

1:1:4 Pomponius Laetus, *Kommentar till det pseudo-vergiliska Moretum* (1487) ca 100/30 f.Kr.?

Usus molarum ad manum in Cappadocia inventus, inde inventus usus earum ad ventum et ad aquas. Paulo ante Augustum molae aquis actae Romae in Tiberi primum factae, tempore Graecorum, cum fornices diruissent.

(= "Bruket av handkvarnar uppfanns i Cappadocien, därefter uppfanns bruket av kvarnar drivna av vind och vatten. Kort före Augustus anlades för första gången vattendrivna kvarnar i Tibern i Rom, på grekernas tid, då de hade förstört valven.")

Meningarna är delade om huruvida någon hänsyn alls bör tas till Pomponius Laetus' påtagligt förvirrade kommentarer. Som påpekas av Bennett och Elton, "his statement as to handmills is incorrect; and ... his suggestion as to windmills is found to be untenable."⁶ Beträffande uppgiften om vattenmøllorna i Tibern är de sex författare som överhuvudtaget diskuterar detta textställe delade i två läger: de som menar att det "may come from a fuller

edition than that which has come down to us of Virgil's commentator Servius" (Beckmann och Moritz) och de som helt förnekar dess värde (Blümner, Bennett-Elton, Kiechle och Maróti).⁸

När Bennett och Elton uppfattar *Paulo* som syftande på L. Aemilius Paullus, konsul 168 f.Kr., och hävdar att "the statement as to watermills seems to be due to some misconception of the circumstances attending the introduction of the Macedonian pistores into Rome by Paulus Emilius in 167 B.C.", avfärdar Moritz med all rätt detta med orden: "this does not merit serious discussion". Kiechle baserar sin inställning på Suetonius' uppgift om den brödbrist som skall ha uppstått i Rom, då kejsar Caligula beslagtog bageriernas dragdjur.⁹ Historien antyder att vattenmøllan ännu inte slagit genom på allvar i Rom vid denna tid, men den kan inte rimligen anses motsäga tanken att enstaka møllor skulle ha kunnat etableras vid Tibern ett par generationer tidigare.¹⁰

Intressantare, men lika föga övertygande, är Blümners argumentation, när han finner det "wahrscheinlicher, dass dieselbe [d.v.s. Pomponius Laetus' notis] nur auf dem häufigen Vorkommen von Wassermøhlen bei den Schriftstellern der augusteischen Zeit beruht". Häremot vänder sig Moritz och påpekar att "the only relevant passages are the three mentioned at the beginning of this chapter [d.v.s. Vitruvius 1:1:6, Antipater 1:1:7, och Strabon 1:1:8]". Detta är obestriddligen sant, och dessutom har man skäl att fråga sig, huruvida Pomponius Laetus verkligen kan förväntas ha känt till ens alla dessa tre. Att han studerat Vitruvius har vi inga skäl att betvivla, men vad de övriga anbelangar vet vi att hans kunskaper i grekiska var begränsade, och latinska översättningar är inte kända före 1500-talet - långt efter hans död år 1497.

Vad å andra sidan beträffar hänvisningen till Servius, förefaller den lika löst grundad. Vid sidan om den egentliga Servius-kommentaren, som huvudsakligen behandlar rent språkliga frågor, förekommer en sakligt långt utförligare och intressantare kommentar vars upphovsman vi inte känner, men som även den brukar gå under Servius' namn. Den kallas ibland *scholia Danielis* efter sin förste utgivare, P. Daniel (1600). Det är självfallet fullt möjligt att Pomponius Laetus ägt ett manuskript av denna utförligare kommentar, men det förblir ett löst antagande att detta på vissa punkter skulle ha varit mera omfattande än den version som nått oss.

Medan första delen av meningen är fullt klar till sitt innehåll, är den andra fullkomligt obegriplig. Bennett och Elton översätter: "when they destroyed the furnaces of the Greeks"; Moritz: "at the time of the Greeks when they had destroyed the (?) vaults". Den senare översättningen är språkligt överlägsen, men den ger inte mera mening. En tänkbar emendation är *tempore Gracchorum* ("på Gracchernas tid"), men den vore knappast helt förenlig med en datering *paulo ante Augustum* ("kort före Augustus") och förklarar heller inte uttrycket *cum fornices diruissent* ("då de hade förstört valven").

En enligt min mening slutgiltig lösning av problemet presenterades 1975 av Maróti, som i samband med sin diskussion om gothernas belägring av Rom år 537 gör följande anmärkning: "Mit dieser Begebenheit hängt meiner Ansicht nach die rätselhafte Bemerkung des Humanisten Pomponius Laetus ... zusammen ... - Das hier völlig sinnwidrige Wort "*Graecorum*" dürfte offenbar aus dem ursprünglichen "*Gothorum*" im Laufe der Abschriften durch Verlesen oder Verschreiben entstanden sein. Der Name Augustus kam entweder auf ähnliche Art in den Text, oder bezieht sich ganz einfach nur darauf, dass - wie wir aus Strabons und Vitruvs Mitteilungen ersahen -, es schon zu Augustus' Zeiten in Rom eine Wassermøhle gegeben hat."

Problemet med dateringen *paulo ante Augustum* kvarstår följaktligen, men trots att jag tidigare själv varit benägen att tillmäta Pomponius Laetus-citatet ett visst värde, anser jag denna svårighet obetydlig jämförd med den övertygande förklaring Maróti lämnar till texten i övrigt: år 537 byggdes mycket riktigt "för första gången vattendrivna kvarnar (skeppsmøllor) i Tibern, på

gothernas tid, då dessa hade förstört valvbågarna (till akvedukterna)" och därmed gjort vattenkvarnarna på Janiculum obrukbara.¹¹

1:1:5 Digesta XXXIII 7,12,5

ca 50/20 f.Kr.

Trebatius amplius etiam pistorem et tonsorem, qui familiae rusticae causa parati sunt, putat [instrumento legato] contineri, item fabrum, qui villae reficiendae causa paratus sit, et mulieres quae panem coquant quaeque villam servant: item molitores, si ad usum rusticum parati sunt ...

(= "Trebatius anser, att även den bagare och barberare hör dit [till inventarierna] som inköpts till det lantliga hushållet, likaså den hantverkare [snickare] som köpts för att hålla villan i stånd, och kvinnorna som bakar bröd och ser till huset; likaså möllarna, om de köpts för att användas vid lantvillan ...")

Textstället uppfattas av flera författare som syftande på vattendrivna kvarnar,¹² men det är ingalunda givet att så faktiskt är fallet. Se nedan, kapitel 4:1:3 och 4:2:1.

1:1:6 Vitruvius, *De architectura* X 4-5

40/10 f.Kr.

4,1 ... *Ad tornum aut circinum fabricatus <axis>, capitibus lamina ferratis ... conlocatur in stipitibus habentibus in se sub capita axis ferreas laminas. ... 5,1 Fiunt etiam in fluminibus rotae eisdem rationibus, quibus supra scriptum est. Circa earum frontes adfiguntur pinnae, quae, cum percutiuntur ab impetu fluminis, cogunt progredientes versari rotam ... 5,2 Eadem ratione etiam versantur hydraletae, in quibus eadem sunt omnia, praeterquam quod in uno capite axis tympanum dentatum est inclusum. Id autem ad perpendicularum conlocatum in cultrum versatur cum rota pariter. Secundum id tympanum maius item dentatum planum est conlocatum, quo continetur **** Ita dentes tympani eius, quod est in axe inclusum, impellendo dentes tympani plani cogunt fieri molarum circinationem. In qua machina inpendens infundibulum subministrat molis frumentum et eadem versatione subigitur farina.*

(= "En axel, som tillverkats på svarv eller med hjälp av en passare och som har ändarna klädda med järnbleck ..., placeras på tråklossar försedda med järnbleck under axelns ändar. ... 5,1 Hjul konstruerade enligt samma principer som beskrivits ovan används också i floder. Kring deras omkrets fästs vingar, vilka, när de träffas av flodens anlopp, genom sin rörelse framåt tvingar hjulet att rotera ... 5,2 Enligt samma princip vrids också vattenkvarnar, i vilka allt är detsamma, förutom att ett tandat hjul är fäst i ena änden av axeln. Men detta, som är placerat lodrätt på högkant, vrids tillsammans med (vatten-)hjulet. Närmast detta är placerat ett större horisontellt hjul, också det tandat, av vilket det hålles fast **** Genom att driva på tänderna på det horisontella hjulet tvingar således tänderna på det hjul som är fäst vid axeln kvarnstenarna att beskriva sin cirkelrörelse. En i denna maskin upphängd tratt förser kvarnstenarna med spannmål, och genom samma vridning knådas degen.")

Den första paragrafen (4,1) beskriver egentligen *tympanum*, ett slags vattenuppfodringsmaskin driven av människor i ett trampverk. Av sammanhanget med fortsättningen framgår dock ganska tydligt, att beskrivningen av hjulaxeln är giltig också för vattenkvarnen i paragraf 5,2.¹³ Den andra paragrafen (5,1) behandlar en hydraulisk noria, men här är sambandet med fortsättningen så uppenbart, att beskrivningen av vattenhjulet utan vidare låter sig appliceras också på kvarnhjulet.

Ordet *axis* (4,1; rad 1) saknas i handskrifterna och är ett tillägg av Fra Giocondo (1511). Sammanhanget ställer det dock utom varje rimligt tvivel att beskrivningen gäller hjulaxeln.

hydraletae (5,2; rad 6) är en emendation av Schneider (1807-1808). Handskrifterna har *hydraulae* eller *ydraulae*. Jfr nedan, kapitel 2:1:1.

De flesta Vitruvius-editioner läser *secundum id tympanum maius (minus) item dentatum planum est conlocatum* (5,2; rad 8-9). Tillägget gjordes av Perrault (1673), uppenbarligen påverkat av den i senare tid allenarådande användningen av ett mindre stavdrev som horisontellt kugghjul. Redan tidigare ställde sig många tvivlande till denna förändring av texten,¹⁴ men framför allt efter Parsons' undersökning av Agora-möllan (1:2:27) har nära nog alla som studerat frågan tagit ställning för handskrifternas läsart.¹⁵

Efter *quo continetur* (5,2; rad 9) ser vissa editorer en lucka i texten, medan andra anser den vara komplett. Fra Giocondo (1511) supplerade: *quo (continetur axis habens in summo capite subscudem ferream, qua mola) continetur* (= "på vilket sitter en axel, som i sin övre ända har en järnkrampa, av vilken kvarnstenen hålles fast"), en version som förekom i många äldre upplagor men övergavs under 1800-talet.¹⁶

Textens avslutande ord, *et eadem versatione subigitur farina*, brukar i allmänhet översättas med uttryck som "och genom samma vridning males mjölet". Jag anser goda skäl tala emot denna tolkning - skäl som jag närmare diskuterat i annat sammanhang.¹⁷

1:1:7 Antipater från Thessalonika, *Anthologia Palatina* IX 418
20 f.Kr./10 e.Kr.

*Ισχετε χεῖρα μυλᾶτον, ἀλετρίδες, εὐδετε μακρά,
κῆν ὄρθρον προλέγη γῆρυς ἀλεκτρούων.
Δηὼ γὰρ νύμφαισι χερῶν ἐπετείλατο μόχθους·
αἱ δὲ κατ' ἀκροτάτην ἀλλόμεναι τροχιῇν
ἄξουσι δινεύουσιν, ὃ δ' ἀκτίνεσσιν ἐλικταῖς
στρωφᾷ Νισυρίων κοῖλα βάρη μυλάκων.
γευόμεθ' ἀρχαίου βιότου πάλιν, εἰ δίχα μόχθου
δαίνυσθαι Διὸς ἔργα διδασκόμεθα.

(= "Vila er malande hand, kvarnpigor; sov gärna länge,
även om tuppens galande kungör att morgonen gryr.

Demeter har åt nymferna anbefallt händernas mödor;
dessa hoppande högst uppe på kvarnhjulet drar
hjulaxeln runt, vilken med de krökta strålarna vrider
tunga, holkade kvarnstenarna från Nisyros.

Sedan vi lever på nytt som i gamla tider, om blott vi
utan möda oss lär njuta av Demeters verk.")

Νισυρίων är en emendation av Hecker (1843) för handskrifternas πισύρων, motiverad av andra evidens för kvarnstensfabrikation på Nisyros.¹⁸

1:1:8 Strabon XII 3,30 C 556
20 f.Kr./20 e.Kr.

ἐν δὲ τοῖς Καβεῖροις τὰ βασιλεία Μιθριδάτου κατεσκευάστο καὶ ὁ
ὕδαλέτης καὶ τὰ ζωρεῖα καὶ αἱ πλησίον θῆραι καὶ τὰ μέταλλα.

(= "I Kabeira låg Mithridates' palats och vattenmöllan och djurparken och jaktmarkerna i närheten och gruvorna.")

1:1:9 Petronius, *Satyricea* 39,13
ca 60 e.Kr.?

Feldhaus är den ende författare som drar fram Petronius som belägg för antika vattenkvarnar. I sin diskussion om Trimalchios gästbud förklarar han: "An einer anderen Stelle des Romans wird vergleichsweise gesagt: 'So geht der Himmel immer wie ein Mühlrad herum.' Wir sehen, dass die Wasserräder zum Antrieb von Getreidemühlen um diese Zeit in Rom allgemein bekannt waren."¹⁹ Som vanligt avstår Feldhaus från att närmare bestämma sin källa, men ovan angivna paragraf är det enda stället i romanen som han rimligen kan syfta på. Av originaltexten framgår emellertid med all önskvärd tydlighet, att Petronius inte jämför världsalltets rörelse med ett kvarnhjul utan fastmera med en roterande kvarnsten, utan att det på något sätt antyds huruvida denna antas drivas av vattenkraft, djur eller människohänder.²⁰

1:1:10 Plinius, *Naturalis historia* XVIII 23,97 ca 70 e.Kr.

Maior pars Italiae nudo utitur pilo, rotis etiam, quas aqua verset, obiter et mola.

(= "I större delen av Italien använder man en oklädd mortelstöt, men också hjul drivna av vatten, och samtidigt en kvarn.")

Texten är på flera ställen påtagligt korrupt. Huruvida *nudo* ("oklädd") eller *ruido* ("skrovlig") bör läsas, är i detta sammanhang av mindre betydelse. Viktigare är de sista orden, där *mola* ("kvarn") är Jans (1857) emendation av handskrifternas *molat* - ett alternativt förslag är *molit* ("mal"). Dessutom påverkas betydelsen av huruvida *obiter* föres samman med *et mola*, som här, eller med *verset*, så som flera utgivare föredrar.²¹

En säker översättning kan följaktligen inte presenteras, men de flesta som diskuterat texten anser att den på något sätt måste syfta på användning av vattenmøllor i Italien. Bennett och Elton framförde emellertid, utan att själva ta ställning i frågan, som en alternativ hypotes, att Plinius i stället skulle ha syftat på vattenkraftsdrivna mortelstötter.²² Sakligt synes detta inte helt omöjligt, men den gängse tolkningen, att uttrycket syftar på vattenmøllor, förefaller avsevärt troligare.

1:1:11 CIL VI 39233

ca Kr.f.?

5	AM < VII	in]teg(e)rrimo
	EGRRIMO	
	VS·CLARO	
	VS·ORNATO	
	CONSPICVO	
	NIPVS	
	MO LAVRA	
	NAI MOLEN	
10	MESTIES	
	·VIX	
	XLVI·OBIIT	
au	GVSTI	

Texten är alltför fragmentarisk för att ett försök till översättning skall vara meningsfullt. Vi har att göra med en gravsten påträffad i utkanten av Rom (Acqua Acetosa) och rest över en av allt att döma högt uppsatt man (rad 2-5), som avlidit vid 46 års ålder (rad 10-11). Om innehållet i raderna 6-9 låter sig inte mycket sägas. Ordet *molen* kan svårligen suppleras annat än som *molen[dinum]* ("mølla"), *molen[dinarius]* ("møllare") eller dylikt och borde därmed enligt gängse uppfattning syfta på en vattendriven kvarn. Helt givet torde detta dock ej vara; se nedan, kapitel 4:1:1 och 4:3:1-2.

För en datering redan till augusteisk tid talar ändelsen *-nai* (rad 8) och det avslutande *au]gusti*.²³ En senare datering kan dock inte uteslutas.

1:1:12 CIL III 5866

?

N E P T V	<i>Neptu[no]</i>
SACR	<i>sacr[um]</i>
M O L I N	<i>molin[arii]</i>

(= "Helgat åt Neptunus av møllarna")

Suppleringarna förefaller oantastliga, även om tanken framförts, att *molin* i stället skulle utgöra del av ett keltiskt personnamn.²⁴ Att *molinarii* här verkligen åsyftar innehavare av just vattendrivna kvarnar, görs troligt genom tillägnet till Neptunus på en ort belägen vid floden Günz' inflöde i Donau, fjärran från havet.

1:1:13 CIL III 14969,2

?

asi
 is . esto
 nensem . pu
 ies . pagani . Prom[onenses?
 5 ordinaria erit . com
 rsum . molis molit
 utendae aquae Promo[nens
 o]rdinem . utendae aquae
 [p]agi . quandoque concili
 10 flu]minis aut ad villam . fa
 d]enuntiatum [e]rit . qui
 alb hora secunda in
 ut videbi[tur]

Texten är alltför fragmentarisk för att ett försök till översättning skall vara meningsfullt. Inskriften är ristad på en bronsstavla av okänd proveniens, påträffad i en lumpbod i Prag under senare hälften av 1800-talet. Om innehållet kommenterade Mommsen:

"Dafür, dass es ein Gesetz oder ein Statut ist, spricht theils das Material, das vorzugsweise für solche verwendet wird, theils die Formel Z.2 esto, worauf leerer Raum zu folgen scheint. Auf ein Urbanarium weist Z.4 pagani Prom| und Z.7 Promo|; am nächsten liegt Promona, eine, wie die neuesten Funde gezeigt haben, nicht ganz unbedeutende Ortschaft nördlich von Salona, bei dem heutigen Teplju. Stadtrecht hat es nicht gehabt. Es könnte also wohl der Rest eines Dorfstatutes von dort uns vorliegen. Aber über den Inhalt wage ich keine Vermuthung; an ein Reglement für den Wassergebrauch könnte man ja denken, womit sich die villa Z.10, die hora secunda Z.12 wohl vereinigen liesse; verwegene Leute könnten Z.6 an die Müller (molitor) denken. Aber man thut gut, sich auch hier bei dem ignorabimus zu bescheiden."²⁵

Uppfattningen att texten behandlar rätten att utnyttja vatten till att driva vattenmøllor delas av Wilkes,²⁶ den ende som mig veterligen senare tagit ställning till inskriften. I och för sig låter det sig inte helt uteslutas att *molis* och *molit* skulle vara att hänföra "till *moles* och *moliri*, d.v.s. någonting med konstruktioner i stort format enl. Georges *moles* II B",²⁷ snarare än till de närmast till hands liggande *mola* och *molitor*. Det nära sambandet med uttrycket *utendae aquae* måste dock anses utgöra ett starkt stöd för vatten-
kvarnsalternativet.

1:1:14 Talmud

?

En sammanställning av relevanta textställen ur Talmud lämnas av Dalman:

"Nach Löwy werden die Wassermühlen als *reḥajim šel-lam-majim* im Talmud erwähnt. Er verweist dafür auf b.Keth. 59b, Pes. 11a, wo nichts nötigt, mit Raschi an Wassermühlen zu denken. Aber Tos. Schabb. I 23, j.Schabb. 4a wird die 'Wassermühle' für Palästina bezeugt. Ausserdem haben wir b.Chull. 16a neben der 'Töpferscheibe' (*saddānā dephahārā*) die 'Wasserscheibe' (*saddānā demajjā*), die wohl zum Drehwerk einer Mühle gehören muss. Bar Bahlūl erklärt syr. *saddānā* durch arab. *dawāret er-raḥa* 'Dreher der Mühle', und dies bedeutet nach arabischer Erklärung bei Lane 'die Holzstücke, welche das Wasser dreht, um die Mühle dadurch drehen zu machen'. An anderer Stelle (b.Pes. 94b) wird *bōšīnā deriḥjā* 'Mühlkerze' als etwas Feststehendes genannt, das sich dreht. Das wäre die senkrechte Achse des Drehwerks der Mühle, welche ja arabisch *šam'a* 'Kerze' heisst ... Der 'Ärūkh und MS. München II haben die Lesart *saddānā deriḥjā*, was dann auch wieder das Drehwerk der Wassermühle meinen wird. Hierher gehört wohl auch *ammat riḥjā* als 'Mühlkanal', den man ebenso wie die Mühle (*riḥjā*) am Zwischenfesttage 'bauen' darf [b.Mo.k. 10b.] und der deshalb unmöglich eine Mühlachse sein kann (so Levy)."²⁸

Vissa kompletterande upplysningar lämnas av Avitsur:

"The first mention of a water mill is found in a talmudic source known as the *Tosefta*, where its use on the Sabbath day is prohibited [*Tosefta*, ed. Zuckerman: *Shabbat* i, 20, p.111.]. The same passage is also quoted in the Jerusalem Talmud, which explains that the prohibition was decided on following certain controversies between the schools of Hillel and Shamai [*Jer. Talmud*, *Shabbat* i, 5]. As these schools were in existence before the destruction of the Second Temple in 70 A.D., it means that the operation of water mills according to Jewish law was under discussion no later than the early part of the first century A.D."²⁹

1:1:15 *Acta S. Valeriani*

177/179 e.Kr.?

Forbes hävdar i samband med Barbegal-möllan (1:2:17) att "we have literary evidence of a similar flour mill at Tournus (Burgundy) which ground the corn of the Saone valley and which was situated in the little village of Prêty (Pistriacum) near the well of Bouat, feeding the army of northern Gaul."³⁰ Ytterst går uppgiften (via Benoit) tillbaka på Jeanton,³¹ som citerar ett stycke ur en biografi över Tournus' apostel Valerianus: en episod som skall ha tilldragit sig mellan hans vän Marcellus' martyrdöd år 177 och hans egen två år senare. Där omnämns *Trenorehium, quod tunc in erogandis militum annonis Castrum horreum vocabatur* (= "Tournus, som då brukade kallas ett befäst magasin för utdelning av militära förnödenheter [spannmål]") - ett uttryckssätt som får Benoit att jämföra Tournus, icke med Barbegal, så som hans uttalande missförstods av Forbes, utan med staden Arles, vars "*Horrea ou greniers publics ... servaient non seulement à l'exportation dans la péninsule, mais au ravitaillement des troupes cantonnées dans la province*".³²

1:1:16 Cuan hua Lothchain, *Book of Ballymote*,
p. 351, rad 18-25

254/277 e.Kr.?

*Ciarnad cumal Cormaic coir
mor-cét nobiathad a broin.
deich meich la cach laei do bleith,
nirb'opar duine denmeich.
Ros-tarraig aicge in ri ran
innaí tigh a haenuran,
corus-toirrchestair fo chleith:
iarsín foremídh robleith.
Iarsín ros-oírchís ua Cuind,
tug saer muilinn tar mor-thuind:
cét-mhuilenn Cormaic maic Airt
robo cobair du Ciarnait.*

(= "Ciarnait, bondmaid of just Cormac,
Used to feed a great hundred by (her) quern.
To grind ten sacks a day
Was not an idle person's work.
The noble king met her
In her house alone,
And secretly made her pregnant:
Thereafter she was unable to grind much.
Thereafter Conn's descendant spared her.
He brought a millwright over the great wave.
The first mill of Cormac son of Art
Was a help to Ciarnait.")³³

Texten ingår i ett poem av skalden Cuan hua Lothchain (död 1024) om Taras ruiner, bevarad i ett flertal manuskript förutom det här citerade. Med hänsyn till det stora tidsavståndet mellan Cormacs regering (traditionell datering 254-277) och skaldens livstid måste uppgifterna självfallet behandlas med sär-

skilt stor försiktighet, men de kan heller inte utan vidare utmönstras som historiskt ointressanta. De flesta forskare som diskuterat frågan ställer sig försiktigt positiva till berättelsens trovärdighet,³⁴ och jag är själv benägen att göra detsamma - även om jag inte som några anser den stärkas av det faktum att Petrie i slutet av 1800-talet kunde konstatera existensen av en på platsen levande muntlig tradition.³⁵ En sådan torde lika väl, eller troligare, kunna gå tillbaka på Cuans poem som direkt till händelsen i fråga.

1:1:17 Diocletianus' prisediket XV 52-55,
ed. Mommsen-Blümner p.34

301 e.Kr.

μύλος βαβαλλαρικός ἐν λίθοις	Χ ,αφ'
μύλος ὀνικός	Χ ,ασν'
μύλος ὑδραλεκτικός	Χ ,β'
χειρόμυλος	Χ σν'
(= "hästkvärv med stenar [?])	1500 denarer
åsnekvärv	1250 denarer
vattenkvärv	2000 denarer
handkvärv	250 denarer")

Uttrycket ἐν λίθοις (rad 52) är egendomligt och den gängse översättningen "med stenar" osäker. Blümner kommenterar: "Der Zusatz ἐν λίθοις bedeutet sicherlich nicht, wie Loring meint, so viel wie λίθινος, denn das verstand sich ja von selbst, da es nur steinerne Mühlen gab; wir werden das vielmehr so zu fassen haben, dass mit dem Preisansatz eben nur die Mühlsteine, nicht aber das dazu gehörige Holz- und Eisenwerk ... gemeint sind; und diese Beschränkung wird, obschon nicht wiederholt, wohl auch für die übrigen hier aufgeführten Mühlen gelten."³⁶

Mommsen var för denna del av lagtexten helt beroende av fragmenten från Megalopolis, medan Lauffer i sin edition (1971) kunde utnyttja också de tidigare opublicerade fynden från Aidepsos. Texten skiljer sig här på två väsentliga punkter. I stället för ἐν λίθοις används just λίθινος, vilket alltså talar direkt emot Blümners resonemang ovan. Vidare har de citerade raderna fått en egen rubrik: Περὶ μύλων ("Om kvarnar"), på en rad som Lauffer kallar 52, medan Mommsens rad 52 i stället fått namnet 52a.

Tillfogandet av överskriften i Aidepsos-fragmenten gör dispositionen klarare, men oklarheten om vad prisuppgifterna egentligen gäller kvarstår. Lauffer kommenterar: "λίθινος, ἐν λίθοις (Megal.) wohl 'mit Mahlsteinen' zum Holzwerk, auch bei 15 53-55 anzunehmen",³⁷ och tycks sålunda inte ansluta sig till den gängse uppfattningen att priset uteslutande skulle gälla stenarna.³⁸ Betydelsefullt i sammanhanget är, att ediktets femtonde kolumn utgör den sista av fyra (12-15), som alla behandlar föremål av trä. Inom kolumn 15 behandlar raderna 1-40 delar av vagnar, 41-51 jordbruksredskap, och 56-61 spannmålssiktar av läder eller korgflätning.

Den latinska versionen var helt okänd för Mommsen; hos Lauffer finns ett obetydligt fragment av rad 55: *mola [manualis ...]* (från Aphrodisias, fragment XIII).

1:1:18 Kedrenos, *Historiarum compendium* p. 295 (516)
ed. Migne col.561

ca 325 e.Kr.

Μητρόδωρος τις Περσογενὴς προσποιησάμενος φιλοσοφεῖν ἀπῆλθεν ἐν Ἰνδία καὶ τοὺς Βραχμᾶνας, καὶ χρησάμενος ἐγκρατεῖα πολλῇ γέγονεν αὐτοῖς σεβαστός. Εἰργάζετο δὲ ὑδρομύλους καὶ λωετρὰ, μέχρι τότε μὴ γνωριζόμενα παρ' αὐτοῖς.

(= "En viss Metrodoros, en man av persisk härkomst, begav sig under förevändning att syssla med filosofi till Indien och brahmanerna och lyckades genom uppbjudande av mycken andlig styrka bli föremål för vördnad av dessa. Han kon-

struerade också vattenmøllor och bad, företeelser som intill dess var okända bland dem.")

Då historien stammar från en sen källa (1000-talet), har den bemötts med viss skepsis av flera författare.³⁹ Av betydligt större värde blir den emellertid, om den som föreslagits skulle gå tillbaka på Ammianus Marcellinus.⁴⁰ Någon säker kunskap står inte att nå, men ingenting talar åtminstone direkt emot historiens autenticitet.

1:1:19 Regionskatalogerna, *Regio XIV*
ed. Nordh pp.95-96

300-talet e.Kr.

Curiosum

Ianiculum.

Molinas.

Balineum Ampelidis et Dianes.

Cohort. VII vigilum.

Statuam Valerianam.

(= "Curiosum

Ianiculum.

Kvarnarna.

Ampelis och Dianas bad.

Sjunde vaktkohorten.

Den Valerianska statyn.

Notitia

Balineum Ampelidis, Prisci et Dianae.

Molinas.

Ianiculum.

Statuam Valerianam.

Cohortem VII vigilum.

Notitia

Ampelis, Priscus och Dianas bad.

Kvarnarna.

Ianiculum.

Den Valerianska statyn.

Sjunde vaktkohorten.")

1:1:20 Iolo Morganwg

340 e.Kr.

"An ancient Welsh authority, Iolo Morganwg (the writer of a chronicle of national events), is stated to declare that watermills, as well as windmills, sup-
planted the use of handmills in Wales in the year A.D. 340."⁴¹

Bennett och Elton betvivlar själva uppgiften, då den "is discredited by his allusion to windmills, which were nowhere known for over eight centuries after the year 340" och dessutom förefaller dem för tidig för vattenmøllans användande på de brittiska öarna. I det senare avseendet har vi numera ingen anledning att ställa oss avvisande: dateringen är sakligt rimlig, möjligen i stället något för sen. Ett allvarigare problem utgör själva källan. Jag har ingenstans lyckats finna några uppgifter om någon "ancient Welsh authority" med namnet Iolo Morganwg. I stället torde vi troligen ha att göra med Edward Williams (1746-1826), en keltisk svärmare och bard som antog pseudonymen Iolo Morganwg och gav ut diktverk och skrifter i historiska ämnen på walesiska språket. Skulle han vara upphovsmannen till den här aktuella uppgiften, torde den med fördel kunna lämnas därhän.

1:1:21 Ausonius, *Mosella* 359-364

ca 370 e.Kr.

*Te rapidus Celbis, te marmore clarus Erubris
festinant famulis quam primum adlambere lymphis:
nobilibus Celbis celebratus piscibus, ille
praecipiti torquens cerealia saxa rotatu
stridentesque trahens per levia marmora serras
audīt perpetuos ripa ex utraque tumultus.*

(= "Celbis snabb i sitt lopp och Erubris känd för sin marmor skyndar att snarast beröra dig med sina tjänande vatten; Celbis är frejdad för ädla fiskar, medan den andre, i det den vrider kvarnstenar genom framstupa rullning och drar skrikande sågar genom den skimrande marmorn, lyssnar till ständigt dån som kommer från vardera stranden.")

Om innebörden av uttrycket *praecipiti rotatu* ("framstupa rullning?"), se nedan, kapitel 2:2:2.

Att texten verkligen behandlar senantika vattenmøllor, ifrågasätts endast av White, som vill göra gällande att Mosella i sin helhet skulle vara ett medeltida diktverk från 800- eller 900-talet, med orätt tillskrivet Ausonius.⁴² Jag har dock i annat sammanhang haft tillfälle tillbakavisa Whites kritik på varje punkt.⁴³

1:1:22 Honorius' och Arcadius' edikt,
Codex Theodosianus XIV 15,4

398 e.Kr.

Improborum petitiones, qui inpudentius ausi sunt postulare pensiones aquae molarum, quae urbi venerabili annonae abundantius praestitissent, quinque librarum auri multa infligat, nisi ab hac petendi inopportunitate discedant. Illos etiam qui potestati praefecturae annonariae praesunt et apparitores qui isdem ministeriis obsecundant, par multa retineat si cuiusquam improbi hominis consenserint, vel paruerint, voluntati.

(= "De skurkar som fräckt dristat sig att begära tilldelning av vatten avsett för møllorna, vilka i övermått skänkt spannmål åt vår vördnadsvärda stad, skall straffas med böter på fem skålpund guld, om de inte upphör med dessa oförskämda krav. Ett lika högt bötesstraff skall drabba också dem som står i ledningen för spannmålsprefekturen och de tjänstemän som bistår dem med sina tjänster, om de delar eller rättar sig efter någon skurkaktig persons önskemål.")

1:1:23 Palladius, *Opus agriculturae* I 41 300-/400-talet e.Kr.

Si aquae copia est, fusuras balnearum debent pistrina suscipere, ut ibi formatis aquariis molis sine animalium vel hominum labore frumenta frangantur.

(= "Om det finns riklig tillgång på vatten, bör bagerierna ta hand om avloppsvattnet från badanläggningarna, så att säden kan krossas i där konstruerade vattenmøllor utan djurs eller människors arbete.")

1:1:24 *Sardis* VII 138-139, no. 169

300-/400-talet e.Kr.

μημόριον διαφέρον
Ευχρωμέλου τοῦ καὶ
Λεοντείου μανγα-
ναρείου υδραλέα.

(= "Grav tillhörig Euchromeios också kallad Leonteios, vattenkvarnsingenjör.")

Inskrift på en marmorplatta, påträffad år 1914 nordost om det arkaiska templet i Sardes.

1:1:25 Prudentius, *Contra Symmachum* II 948-950 402/403 e.Kr.

*Quis venit esuriens magni ad spectacula Circi,
quae regio gradibus vacuis ieiunia dira
sustinet, aut quae Ianiculi mola muta quiescit?*

(= "Vem kommer plågad av hunger till skådespelen på Circus? Vilken del av vår stad svälter grymt genom spannmål? Och vilken kvarn på Janiculum vilar tyst och står stilla?")

Den alternativa läsarten *Ianiculo* (vers 950) påverkar inte betydelsen, och det är heller inte i detta sammanhang väsentligt huruvida man bör läsa *muta*, *mota* eller *nota*.

Av texten framgår inte uttryckligen att den behandlar vattendrivna kvarnar, men så uppfattas ändå saken av alla som diskuterat stället. Vad vi i övrigt vet om vattenmøllorna på Janiculum gör detta helt uppenbart, även om Forbes faktiskt försöker göra gällande att också alla djurdrivna kvarnar i Rom skulle ha varit koncentrerade till Janiculum kejsartiden igenom⁴⁴ - något som vi med säkerhet vet icke ha varit fallet.

1:1:26 Vita S. Orientii II 3

Ed. Acta Sanctorum XIV (1 maj) p.64

ca 380/420 e.Kr.?

Veniens ergo ad dictum locum [= Bigorram in Vasconia, ad vallem quae dicitur Levitania], vitae solitariae congruum: ibi in deveo montis latere oratorium statuit. Molendinum etiam in rivulo Isaurio, qui prae foribus oratorii prae-terfluit, dissimili aliorum qualitate nihilominus construere studuit (de quo dicitur quod multo tempore durans, inconsumptum omnino permansit) certis temporibus se retinens et erumpens: bladium appositum opportunis temporibus re-stituens in farinam.

(= "Då han således anlände till nämnda plats [= Cieutat i Gascogne, till en dal som kallas Lavedan], väl lämpad för ett liv som eremit, byggde han där ett oratorium på bergets sluttning. I bäcken Isaurius, som flyter förbi framför dörrarna till oratoriet, ansträngde han sig även att konstruera en mölla, om än med egenskaper som skilde sig från andra; om denna säges att den bestod länge och förblev helt oförstörd. Han uppehöll sig där och gick ut på bestämda tider, och förvandlade vid lämpliga tillfällen den säd man satte fram till mjöl.")

Textstället refereras ingenstans inom kvarnlitteraturen,⁴⁵ och dess värde är svårt att bedöma. Jag har inte funnit något försök till datering av det andra Orientius-vitat, från vilket denna text är hämtad, men skäl finns att uppfatta det som tämligen sent.⁴⁶ De legendartade utsmyckningarna av historien kan inte tas på allvar, men detta hindrar självfallet inte att den centrala uppgiften om helgonets kvarnbygge skulle kunna vila på faktisk grund. Som källa kan stället dock användas endast med stor försiktighet.

Den tentativa dateringen av de skildrade händelserna till årtiondena kring år 400 grundar sig på uppgifter i det första vitat, som förbinder Orientius med den västgothiske konungen Theoderik I (418-451), men vissa författare vill i stället för lägga helgonets levnad till senare, eller t.o.m. förra, hälften av 300-talet.⁴⁷

1:1:27 Cassianus, *Conlationes patrum* I 18

426 e.Kr.?

Quod exercitium cordis non incongrue molarum similitudini comparatur, quas meatus aquarum praeceps impetu rotante provolvit. Quae nullatenus quidem cessare possunt ab opere suo aquarum impulsibus circumactae: in eius vero qui praeest situm est potestate, utrumnam triticum malit an hordeum loliumve comminui. Illud quippe est procul dubio commolendum, quod ingestum ab illo fuerit cui operis illius cura commissa est. Ita igitur etiam mens ...

(= "Denna hjärtats träning jämförs icke opassande med en liknelse med kvarnstenar, vilka vattnets framåtgående rörelse vrider runt med sitt kringvridande anlopp. Dessa kan inte på något sätt upphöra med sitt arbete, då de föres runt av vattnets stötar: men det ligger i hans makt som leder arbetet, huruvida han föredrar att mala vete eller korn och svingel. Ty utan tvivel är det ju det man måste mala, som fyllts i av den som givits ansvaret för denna verksamhet. Sålunda kan alltså även själen ...")

1:1:28 S. Patricii Vita tripartita

Ed. Stokes (1887) p.210

ca 420/450 e.Kr.

Ett ställe i Vita tripartita beskriver hur St. Patrick förbannar några vattendrag i det nuvarande landskapet Waterford på Irland och förklarar "that, notwithstanding their great abundance up to that time, the streams would not be fruitful, and that there should never be mills upon them, but that they should always be in the neighbourhood of foreigners' mills".⁴⁸

Joyce hänvisar till stället bland sina exempel på tidiga omnämnanden av iriska vattenmøllor, utan närmare kommentarer.⁴⁹ Om Patricks egen tid torde texten dock ingenting ha att säga: Vita tripartita brukar numera dateras till ca 900, varför uppgifterna snarast är att uppfatta som en etiologisk förklaring till avsaknaden av møllor vid vattendragen i fråga.

1:1:29 Vita S. Romani abbatis 17-18
ed. MGH Scr.rer.Mer. III pp.141-142

ca 450 e.Kr.

17. *Erat inibi [in monasterio] inter reliquos virtutum ... viros diaconus quidam Sabinianus nomine ... Hic namque causa utilitatis strenue in vicino flumine sub ipso Condatescensi coenobio molinas piscinasque fraternis usibus gubernabat ...*

18. *Hinc enim Sabinianus sanctus cum die quadam, adhibito fraterno solatio, alveum torrentis ipsius, quo molinaris advehebatur aqua, geminato ordine defixis stilis eisdemque, ut mos est, inplexis viminibus, palearum quoque ac lapidum admixtione permixta, ad cursum rotalis machine vellet diligentius inaltare, dumque stramenta densius comprimunt intra sepes, subito eventilatus e paleis ingens coluber, mox ut sese ostentavit, occoluit. ...*

(= "Där [d.v.s. i klostret] fanns bland övriga ädla ... män en diakon vid namn Sabinianus ... Ty med hänsyn till den praktiska nyttan skötte denne flitigt möllor och fiskdammar i den närbelägna floden under själva Condat-klostret för brödernas bruk ...

18. Ty då därefter den helige Sabinianus en dag i sitt nit med brödernas hjälp ville höja den bäckfåra, från vilken kvarnen fick sitt vatten, till den hjulförsedda maskinens lopp, genom att driva ned en dubbel rad pålar och på vanligt sätt fläta dem samman med vidjor, förenade dessutom av en blandning av strå och stenar, och medan de packade halmen tätare samman innanför avspärrningen, då drevs plötsligt en väldig orm fram ur stråna, men försvann så snart den visat sig. ...")

Texten dateras utifrån stilistiska grunder till förra hälften av 800-talet, ett förhållande som manar till viss försiktighet. Sakligt är beskrivningarna fullt trovärdiga, men de kan åtminstone delvis ha influerats av förhållanden som rådde vid tiden för avfattandet.

1:1:30 Papyri Graecae Vindobonenses 28415
ed. Kiessling VI pp.79-80, no.9137

400-talet e.Kr.

1 Κυρίῳ μου ἀδελφῷ Σαλαμίνῳ
Φοιβάμμων χαίρειν).
[////]ι [-]ᾱρ, [δ π]ρ[οο]δ[ο]κῶ, τοῦτο γέναιται καὶ
ἀφῶ τὰ εἰδιά μου. Φήμη οἴκουσα,
5 ὅτι ὁ γεοῦχος ρεῖπτη οὐδαρεῖν
καὶ ὀξεῖδιγ ἅπαν ἐμοῦ ἐπὶ τὴν υρο-
[.]ετιαγ· οὗτο ἄφνος ἐξῆλθα. ...

Texten är alltför fragmentarisk för att ett försök till översättning skall vara meningsfullt. Vi har att göra med fragmenten av ett privatbrev skrivet på papyrus; det härrör från Egypten (exakt proveniens okänd) och förvaras nu i Wien.

De båda första raderna utgör en hälsning från brevets författare Phoibammon till adressaten Salaminos. Om fortsättningen kommenterar Gerstinger, som först publicerade texten år 1952: "Der orthographisch mangelhafte, im Ausdruck unbeholfene Text des Briefes ist mir wenigstens stellenweise unverständlich. Er beginnt mit einem Wunsch des Schreibers: ///ι[-]ᾱρ, [δ π]ρ[οο]δ[ο]κῶ, τοῦτο γέναιται καὶ ἀφῶ τὰ εἰδιά μου, was entweder zu [E]ι [Y]ᾱρ, [δ π]ρ[οο]δ[ο]κῶ κτλ. oder richtiger wohl zu [M]αί [Y]ᾱρ ... (1. Mῆ γὰρ) oder [Mῆ μο]ι γὰρ κτλ. ergänzt werden kann: 'Möchte doch das, was ich vermute (befürchte), nicht geschehen, und ich meine Habe nicht verlieren!' Anschliessend daran teilt der Schreiber dem Adressaten mit, dass er gerüchtweise (φήμη) gehört habe, dass der Grundherr seinen (des Schreibers) οὐδαρεῖν (?) und Weinessig ἐπὶ τὴν ὕ(δ)ρο[λ]ετίαν (?) auf die Wassermühle (?) ρεῖπτη (wohl = ρίπτει) werfe. Dies habe Phoibammon veranlasst, so unverzüglich herauszukommen' (Z.7). ...".⁵⁰

Emendationen ὕδρολετίαν förefaller inte omöjlig, men med hänsyn till samman-

hanget ändå så hypotetisk att texten endast med kraftiga reservationer kan utnyttjas som vittnesbörd om existensen av vattendrivna kvarnar i Egypten.

1:1:31 Hesychios, s.v. *hydromyloi* 400-talet e.Kr.?

ὕδρoμoιoι* ὕδpαλeιtιc ἀπὸ ὕδaтoς

(= "vattenkvarnar: vattenmalning med vatten")

Dateringen är osäker. Hesychios själv anses av många ha levat tidigare, men då hans lexikon blivit föremål för senare tillägg är det heller inte givet att detta textställe ens faller inom den här aktuella perioden.

1:1:32 Dynamius⁷ edikt, CIL VI 1711 ca 480 e.Kr.

Claudius Iulius Ec[c]lesius Dynamius v(ir) e(larissimus) et in(l)ustrissimus) urb(i) praef(ectus) d(icit): Amore patriae compulsi, ne quid diligentiae deesse videatur, studio nostro adici novimus, ut omnium molendinarius fraudes amputentur, quas subinde venerabili populo atq(ue) universitati fieri suggerentibus nobis agnovimus, et ideo stateras fieri praecepimus, quas in Ianiculo constitui nostra praecepit auctoritas; unde hoc programme universitatem nosse decernimus frumenta cum ad haec loca conterenda detulerint, consueta fraudibus licentia [quo modo] possit amoveri: Primo pensare non differant, deinde postquam fregerint, propter fidem integrae observationis adhibitis isdem ponderibus agnoscant nihil sibi abstulisse licentiam fraudatorum. Accipere autem secundum constitutum brevem molend[in]arios tam in Ianiculo quam per diversa praecipimus per modium unum nummos III. Ita quod si quis eorum inlicita praesumptione farinam crediderit postulandam, deprehensus et multae subiaceat et fustiaro supplicio se noverit esse subdendum. Illud autem humanitas [nostr]a propter corporatorum levamen adicit ut, si qui voluntate propria, non compulsus, sed donandi animo farinam offerre voluerit, habeat qui accipit liberam facultatem.

(= "Claudius Iulius Ecclesius Dynamius, senator av högsta klassen och stadsprefekt tillkännager: Drivna av kärlek till fäderneslandet, för att vi inte skall synas brista i samvetsgrannhet, finner vi det ankomma på oss att sätta en gräns för alla möllares bedrägerier, vilka vi på eget initiativ konstaterat ideligen drabba det vördnadsvärda folket och allmänheten, och därför har vi föreskrivit att det skall finnas vågar, vilka vi bestämt skall ställas upp på Janiculum; följaktligen beslutar vi att allmänheten genom detta tillkännagivande skall veta, då de fraktat sin spannmål till dessa platser för att malas, hur det bedrägliga godtycket skall kunna hindras: För det första skall de inte dröja med att väga, därefter, sedan de malt, skall de för den garantis skull som en fullständig kontroll skänker med användande av samma vikter bekräfta att de ingenting förlorat genom bedragarnas fräckhet. Vi beslutar emellertid att möllarna såväl på Janiculum som på andra håll i enlighet med den fastställda sammanfattningen [?] skall emottaga 3 sestetier för en skäppa. [Detta gäller] sålunda, att om någon av dem tar för sig av mjölet fastän det är förbjudet [?], så skall han veta att han, i fall han ertappas, kommer att straffas med både böter och prygelstraff. Men i vår mildhet tillägger vi detta till lättnad för medlemmarna av korporationen, att om någon av egen vilja, utan tvång, men på grund av ett givmilt sinnelag, vill skänka mjöl, skall den som tar emot det ha tillåtelse härtill.")

Stenen med inskriften har gått förlorad, och vi känner texten endast i avskrift av en till namnet okänd pilgrim (den s.k. Anonymus Einsiedlensis) från 800-talet, som såg den *in Ianiculo ante ecclesiam Ioannis et Pauli*.⁵¹

Av texten framgår inte uttryckligen att den behandlar vattendrivna kvarnar, men att så faktiskt är fallet torde stå utom varje rimligt tvivel. Jfr ovan, 1:1:25.

1:1:33 Zenos edikt,
Codex Iustinianus XI 43,10,3

474/491 e.Kr.

Scientibus universis, quod in posterum super huiusmodi commissis suburbanum vel praedium vel balneum vel aquae mola vel hortus, ad cuius usum aqua publica fuerit derivata, vel si quid ex his iuxta aquaeductum positum ad eum pertinet, qui plantavit arbores aquaeductibus noxias, ad quemcumque pertineat locum vel hominem vel domum, proscriptionis titulo subiacebit et fisci viribus vindicabitur: nulli super huiusmodi poena nec per sacros apices venia tribuenda.

(= "Alla skall veta, att i fortsättningen kommer beträffande detta slags förbrytelser det nära staden liggande lantgods eller bad eller vattenmølla eller trädgård, till vars bruk statens vatten blivit avlett, eller om något av dessa som ligger i anslutning till en akvedukt tillhör den som planterat träd skadliga för akvedukterna, till vilken plats, person eller fastighet den än må höra, att falla under den rubrik som behandlar proskription och bestraffas med indragning till statskassan: i fråga om detta slags straff kan ingen beviljas nåd, inte ens genom de heliga prästernas förmedling.")

Det tas allmänt för givet att ediktet skulle syfta på Janiculum-møllorna i Rom,⁵² men som tydligt framgår av texten rör det sig inte om några stora kvarn-anläggningar av detta slag utan fastmera om mindre, privata møllor i stadens utkant. Dessutom torde denna stad, på annat ställe i ediktet kallad *haec regia urbs* ("denna konungsliga stad"), inte ens vara Rom, som vid denna tid i praktiken stod helt utanför kejsarens domvärjo, utan snarare Zenons verkliga huvudstad, Konstantinopel.⁵³ Så uppfattas saken också av Lippold,⁵⁴ och faktum är att övriga edikt under samma rubrik (XI 43: *De aquaeductu*) samtliga tycks gälla Konstantinopel.

1:1:34 ?

494 e.Kr.?

"Dans la même région, un évêque de Tours aurait, en 494, légué des moulins sur le Cher à l'église de Tours; mais nous avons peut-être là affaire à un faux."⁵⁵

Jag har inte haft tillfälle att studera källan till uppgiften, men då Gille själv tycks ställa sig tvivlande till dess sanningshalt, torde man för ögonblicket göra bäst i att bortse från den.

1:1:35 *Vita S. Remigii episcopi Remensis* 17
 ed. MGH Scr.rer.Mer. III p.307

486/511 e.Kr.

Hludowicus rex sedem suam in Suessionis civitate, unde Siagrium expulerat, constituens ... sancto Remigio concessit, ut, quantum circuiret, dum ipse meridie quiesceret, totum illi donaret. ... In quo fine quidam homo habens molendinum reppulit sanctum Remigium, ne intra illos fines ipsum molendinum concluderet. Quem beatus Remigius blande alloquens, dixit: 'Amice, non sit tibi durum, ut simul habeamus hunc molendinum'. Ille autem reiecit eum, et statim rota molendini verti in inversum cepit. Isdem autem homo clamavit post beatum Remigium, dicens: 'Serve Dei, veni, et habeamus insimul hunc molendinum'; cui sanctus Remigius: 'Nec mihi nec tibi'. Et sic talis fossa in eodem loco devenit, ut ex tunc et nunc et usque in perpetuum molendinus ibi esse non possit.

(= "Då konung Klodvig förlade sitt konungasäte till staden Soissons, varifrån han fördrivit Syagrius, ... lovade han skänka den helige Remigius hela det område denne hann gå kring, medan han själv hade sin middagsvila. ... En man som ägde en mølla inom detta område visade bort den helige Remigius, för att han inte skulle innesluta møllan innanför dessa gränser. Honom tilltalade den helige Remigius vänligt, och sade: 'Min vän, det skall inte bli besvärligt för dig, att vi har denna mølla tillsammans'. Men denne stötte bort honom, och genast började kvarnhjulet snurra baklänges. Men mannen ropade efter den helige Remigius, och sade: 'Kom, Guds tjänare, och låt oss ha denna mølla

tillsammans'; honom svarade den helige Remigius: 'Varken min eller din [skall den vara]'. Och sålunda uppstod en sådan grav på denna plats, att det sedan den tiden både nu och allt framgent inte kan vara någon mölla där.")

Remigius-vitat är författat år 878 av ärkebiskop Hincmarus av Reims och känt som notoriskt otillförlitligt.⁵⁶ Historiens i flera avseenden legendartade karaktär manar också till försiktighet, när det gäller att utnyttja texten som källa för förhållanden under Klodvigs regering.

1:1:36 Gregorius Turonensis, *Vitae patrum* XVIII 2
ed. MGH Scr.rer.Mer. I pp.734-735 484/507 e.Kr.

Dum autem haec ageret [Ursus abba], ac fratres molam manu vertentes triticum ad victus necessaria comminuerent, pro labore fratrum visum est ei molinum in ipso Angeris fluvii alveo stabilire; defixisque per flumen palis, adgregatis lapidum magnorum acervis, exclusas fecit atque aquam canale collegit, cuius impetu rotam fabricae in magna volubilitate vertere fecit. Hoc operi laborem monachorum relevans atque uni fratrum delegans, opus necessarium implebatur. Hanc enim fabricam Silarius quidam Gothus, qui magno cum Alarico rege amore dilegebatur, aemulus monasterio concupiscit, dixitque abbati: 'Dona mihi hunc molinum, ut sit sub ditioni meae, et quod volueris repensabo'. Cui ille: 'Cum grande', inquit, 'labore hoc paupertas nostra statuit, et nunc non possumus eum donare, ne fratres mei fame pereant'. Et ille: 'Si vis', inquit, eum bona voluntate tribuere, gratias ago; sin aliud, vi eum auferam aut certe faciam aliud, cuius exclusis aqua retrorsum conversa, rotam tuam vertere amplius non permittam'. Abba respondit: 'Non facies enim, quod Deus non voluerit, nam a nobis eum penitus non accipies'. Tunc Silarius fervens felle, similem sub hoc fabricam adaptavit. Cumque aqua retrorsum conversa, sub huius operis rotam inundans, gurgitem fecisset, restetit prorsus nec omnino verti potuit, ut consueverat; venitque custus eius ad abbatem media, ut ferunt, nocte, illo in oratorio cum fratribus vigilante, et ait: 'Surge abba, deprecare adtentius Dominum. Restetit enim rota molini ab inundatione canalisi alieni, quem Silarius fecit'. At ille haec audiens, misit confestim fratres singulos ad monasteria illa qua statuerat, dicens: 'Prosternite vos in oratione, et non sit vobis opus aliud, donec iterum ad vos dirigam'. Sed et ipse non est egressus ab oratorio, deprecans Dominum adtente ac praestulans adventum eius misericordiam. Sic fecit per integros duos dies totidemque noctes. Tertia iam inclucescente die, accessit iterum monachus ille qui custus fuerat, nuntians, rotam fabricae suae iuxta consuetudinem priorem in summa verti velocitate. Egressusque abba cum fratribus de oratorio, accedit ad litus, conspiciensque, molinum quod Silarius fecerat non reperit; accedensque ad litus et fundum alvei intuens, nullum indicium de eo accepit. De quo non quicquam ligni, non lapidis, non ferri nec ullius unquam genus indicii potuit ostendi, nisi, quod conici potuit, ipso quo fabricatum fuerat loco virtute divina dehiscens, ab oculis hominum est ablatum. Tunc misit nuntios ad fratres, dicens: 'Requiescite iam a labore, quia ultus est Deus iniuriam fratrum nostrorum'.

(= "Men medan han [abboten Ursus] var sysselsatt med detta, och bröderna malde det för uppehållet nödvändiga vetet på handkvarnar, föreföll det honom med hänsyn till brödernas arbete lämpligt att anlägga en mölla i själva Angeris" [Indres] flodbädd; efter att ha slagit ned pålar över floden och samlat högar av stora stenar byggde han en fördämning och samlade vattnet i en ränna, genom vars häftiga anlopp han fick anläggningens hjul att snurra med stor hastighet. Med denna insats lindrade han munkarnas arbete och överlämnade det till en av bröderna, och sålunda fullgjordes det nödvändiga arbetet. Ty en goth vid namn Silarius, vilken konung Alarik höll av med stor kärlek, fattade i sin avund gentemot klostret begär till denna anläggning, och han sade till abboten: 'Skänk mig denna mölla, så att den kommer i min ägo, och jag skall betala vad du vill'. Han svarade honom: 'Med stor möda har vi i vårt armod byggt denna, och nu kan vi inte skänka bort den, för att inte mina bröder skall dö av hunger'. Och han sade: 'Om du vill lämna den godvilligt, tackar jag; i annat

fall tar jag den med våld eller bygger åtminstone en annan, och då vattnet vänds tillbaka av dennas fördämning kommer jag inte att låta ditt hjul snurra mer'. Abboten svarade: 'Förvisso gör du inte, vad Gud inte vill, ty av oss får du den alls icke'. Då placerade Silarius skummande av vrede en likadan anläggning nedanför denna. Och då vattnet vände tillbaka, svämmade över under detta verks [d.v.s. klostermöllans] hjul och skapade en vattenvirvel, stannade det helt och hållet och kunde överhuvudtaget inte snurra som det brukat; och dess uppsyningsman kom till abboten, efter vad det påstås mitt på natten, då denne vakade med bröderna i oratoriet, och sade: 'Stig upp abbot, och ansätt än ivrigare Herren med böner om förskoning. Ty kvarnhjulet har stannat till följd av översvämning från en annans vattenränna, som Silarius byggt'. Men då denne hörde detta, skickade han genast kring bröder till de kloster han grundat och lät säga: 'Kasta er till marken i bön, och ni skall ingenting annat göra, tills jag vänder mig till er på nytt'. Men han gick inte heller själv ut ur oratoriet, utan bönföll ivrigt Herren om nåd och inväntade hans förbarmande. Så gjorde han i två hela dagar och lika många nätter. Då det redan grydde den tredje dagen, återkom den munk som var uppsyningsman och berättade, att hjulet till hans anläggning enligt sin tidigare vana snurrade med högsta hastighet. Och då abboten gick ut ur oratoriet med bröderna, gick fram till stranden och såg sig omkring, kunde han inte finna den mölla som Silarius byggt; och då han gick fram till stranden och studerade flodbotten, fann han inte något tecken på dess existens. Av denna kunde man inte visa på något stycke trä, inte sten, inte järn eller överhuvudtaget något slags spår, om den inte, som man kunde förmoda, förts bort från människors åsyn därigenom att den plats där den var byggd öppnat sig av gudomlig nåd. Då skickade han bud till bröderna, och sade: 'Vila nu från ert arbete, ty Gud har hämnat oförrätten mot våra bröder!').

Texten är författad endast två generationer efter de händelser den skildrar, varför beskrivningen måste tillmätas stort värde.

1:1:37 Prokopios V 19,8-9

ca 275-537 e.Kr.?

8. τούτου τε ἀντικρὺ τοῦ χώρου, ἐκτὸς τοῦ Τιβέριδος, λόφον τινὰ μέγαν ξυμβαίνει εἶναι, ἐνθα δὴ οἱ τῆς πόλεως μύλωνες ἐκ παλαιοῦ πάντες πεποίηται, ἅτε ὕδατος ἐνταῦθα πολλοῦ διὰ μὲν ὀχετοῦ ἀγομένου ἐς τὴν τοῦ λόφου ὑπερβολήν, ἐς τὸ κάταντες δὲ εὖν ῥύμη μεγάλη ἐνθὲνδε ἰόντος. 9. διὸ δὴ οἱ πάλαι Ῥωμαῖοι τὸν τε λόφον καὶ τὴν κατ'αὐτὸν τοῦ ποταμοῦ ὄχθην τείχει περιβαλεῖν ἔγνωσαν, ὥς μήποτε τοῖς πολεμίοις δυνατὰ εἴη τοὺς τε μύλωνας διαφθεῖραι καὶ τὸν ποταμὸν διαβάσιν εὐπετῶς τῇ τῆς πόλεως περιβόλῃ ἐπιβουλεύειν.

(= "Mitt emot denna plats, på andra sidan Tibern, ligger en stor kulle, där stadens alla möllor sedan gammalt har byggts. Där förs nämligen mycket vatten genom en ledning till kullens krön, och går därifrån utför stupet med stor kraft. 9. Därför beslöt de gamla romarna att omgärda kullen och flodstranden längs densamma med en mur, för att det aldrig skulle bli möjligt för fienderna att förstöra möllorna eller gå över floden och utan svårighet angripa stadsmuren.")

1:2 ARKEOLOGISKA FYND

1:2:1 Chedworth

I samband med sin diskussion om vattenmøllor i det romerska Britannien påpekar Richmond, att "one [power-driven stone] occurs at the villa of Chedworth".⁵⁷ Jag har dock inte lyckats finna några ytterligare uppgifter om denna.

1:2:2 Chesters

200-talet e.Kr.?

Det östra brofästet till den romerska bron vid Chesters frilades år 1860 av John Clayton, som publicerade sina resultat fem år senare. Han nämner härvid "the remains of a covered passage, which has been carried across the ruins" och är osäker om dess funktion, men anser den vara senare än den romerska närvaron på platsen.⁵⁸ Förslaget att identifiera anläggningen som en vattendriven kvarn publicerades först 1947 av Richmond,⁵⁹ och hans beskrivning ligger till grund för senare författare.⁶⁰ Först genom Simpson-Wilson fick vi dock en mera detaljerad beskrivning (Fig. 1):

Vattenrännan, som löper tvärs över brofästet och genom det torn som avslutar muren, är utgrävd till en längd av närmare 40 m utan att man träffat på dess ändar. Den är i det närmaste horisontell i hela sin bevarade längd, och dess källa kan knappast ha varit floden. Sidorna utgörs av stora stenblock, av vilka många tycks härröra från bron. Bredden är i genomsnitt 1.50 m, djupet ca 85 cm. Norr om tornet löper rännan öppen, men söder därom är den täckt på en sträcka av 15 m av mycket stora flata stenar. Övertäckningen motiverades troligen av den militära vägen, som just här gick över rännan på väg till bron.

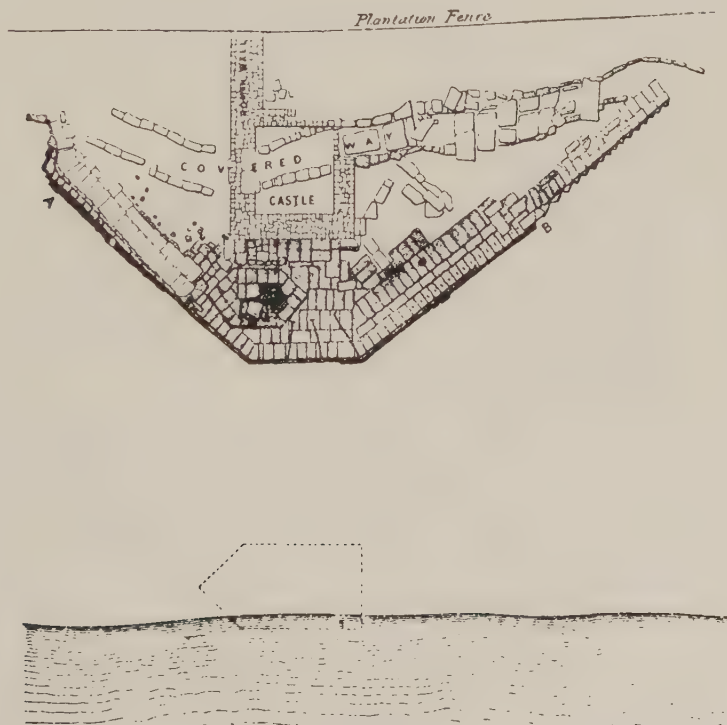


Fig. 1

Vattenrännan passerade tornet genom dettas norra och södra murar. Den norra har senare avsiktligt blockerats med stora stenar på ett sätt som antyder att rännan övergivits redan i romersk tid. Tornets bottenvåning kan ha utnyttjats som kvarnkammare till en vattenmølla utan att inverka menligt på övervåningens militära funktion.⁶¹

En cylindrisk sten med en vikt av ca 300 kg, som hittats på platsen och tidigare uppfattats som en balansvikt, tolkades av Richmond som den centrala delen av en hjulaxel, och denna identifikation har accepterats av senare författare.⁶² Mot den vänder sig endast Wilson.⁶³ Beträffande møllans typ ger fynden inte mycken ledning. Richmond ger på ett ställe intrycket att vilja förbinda sin sten-axel med en skvalta,⁶⁴ men förklarar på ett annat uttryckligen att det rör sig om en underfallskvarn.⁶⁵ Beträffande det senare alternativet kommenterar Ek att "bevisen för denna identifiering ... måste anses vara osäker och t.ex. inte utesluter möjligheten av att det rör sig om en skvaltkvarn".⁶⁶ Att döma av anläggningens plan och den totala bristen på fallhöjd torde dock skvaltkvarns-alternativet knappast vara möjligt.

Claytons uppfattning att kvarnrännan skulle tillhöra efterromersk tid förefaller vara helt övergiven. Bland senare författare råder total enighet om att den är romersk, men endast Simpson lämnar en motivering för denna uppfattning.⁶⁷ Moritz föreslår en datering till 200-talet, en uppgift som uppenbarligen går tillbaka på ett brev från Richmond.⁶⁸ Detsamma gäller påståendet att "the mill is ... an integral part of the tower and abutment, and not the later insertion which it was once thought to be",⁶⁹ vilket snarast skulle antyda en datering till severisk tid.

Den cylinderformade stenen förvaras nu i Chesters Museum.⁷⁰

1:2:3 Chew Park

"Some further examples of 'large Saalburg' upper stones have been found in Romano-British villas at ... and at Chew Park, North Somerset (information kindly supplied by Mr. P.A. Rahtz). Here the dovetail-shaped recess penetrates right through the stones, and the mills in question can therefore not have been adjustable. In both cases water-mills would have been possible, though no evidence for them has been discovered ...".⁷¹

1:2:4 Great Chesterford

350/450 e.Kr.?

År 1854 påträffades bland en samling järnföremål vid Great Chesterford, Essex, en ca 53 cm (21 in.) lång järnstång (Fig. 2), som Neville i sin publikation två år senare identifierade som järnet till en kvarn: "There are three horizontal flat spokes, 4 inches long by 2 broad, which project near the base of the iron bar, at right angles with it, serving to rest the stone upon. The top of the bar tapers to a point."⁷² Nedläggningen av depåfyndet dateras tentativt till första hälften av 400-talet.⁷³



Fig. 2

Av övriga författare som berör Great Chesterford-fyndet förbinds nästan alla det utan vidare med en vattenmølla.⁷⁴ Liver-side uttrycker sig försiktigare och menar att det "must belong to a mill of either Saalburg type or one driven by water-power, perhaps supplied by the river Granta nearby".⁷⁵ Ingen har några ytterligare synpunkter att bidra med.

Järnstängen förvaras nu i Cambridge University Museum of Ethnology and Archaeology.⁷⁶

1:2:5 Haltwhistle Burn Head

ca 225-270 e.Kr.?

Ruinerna av anläggningen uppmärksammades först år 1897, då man antog att de tillhörde en bro över Burn. De grävdes ut 1907-1908 av F. Gerald Simpson, som sammanställde en preliminär rapport 1909-1910.⁷⁷ Slutpublikationen förelåg i

det närmaste färdig i manuskript år 1914, då kriget kom emellan, och den blev inte tryckt förrän 1976.⁷⁸

Anläggningen ligger på Haltwhistle Burns östra strand (Fig. 3), just där floden gör en kraftig krök mot söder, mellan själva muren och Vallum, vilka passerar floden ca 75 m norr respektive 45 m söder om platsen. Ett stycke ovanför kröken korsas floden av en fördämning av stora basaltblock. I jämnhöjd med flodkröken ligger en i det närmaste rektangulär byggnad med yttermått 6.93 x 4.77 m. Murarna är 53 cm tjocka, på båda sidor klädda med tämligen rektangulära stenar, som mest bevarade till tre shifts höjd. På den nordvästra kortsidan sköt muren ut över kanten till en vattenränna och bildade en stödmur, som vilade på klippan närmare 2 m under byggnadens golvnivå. Vid husets östra hörn finns en 1.02 m bred dörröppning.⁷⁹

Vattenrännan var ca 60 cm bred i botten, men vidgade sig troligen till 1.50 m på en ursprunglig höjd av 75 cm. I sitt övre lopp är den grävd i sand; stycket närmast ovanför byggnaden leds den över klippan. Sidorna avgränsades sannolikt av grovt stenverk och träskoning. I jämnhöjd med byggnadens norra hörn vidgas rännan till ca 1.70 m bredd och fördjupas genom nedhuggning i klippan. Mitt emot byggnadens kortsida avgränsas rännan av flera stora basaltblock. Efter byggnadens västra hörn, där klippgrunden upphör och rännan återgår till sand, kan den inte följas längre. Den totala fallhöjden på rännans hela beva-

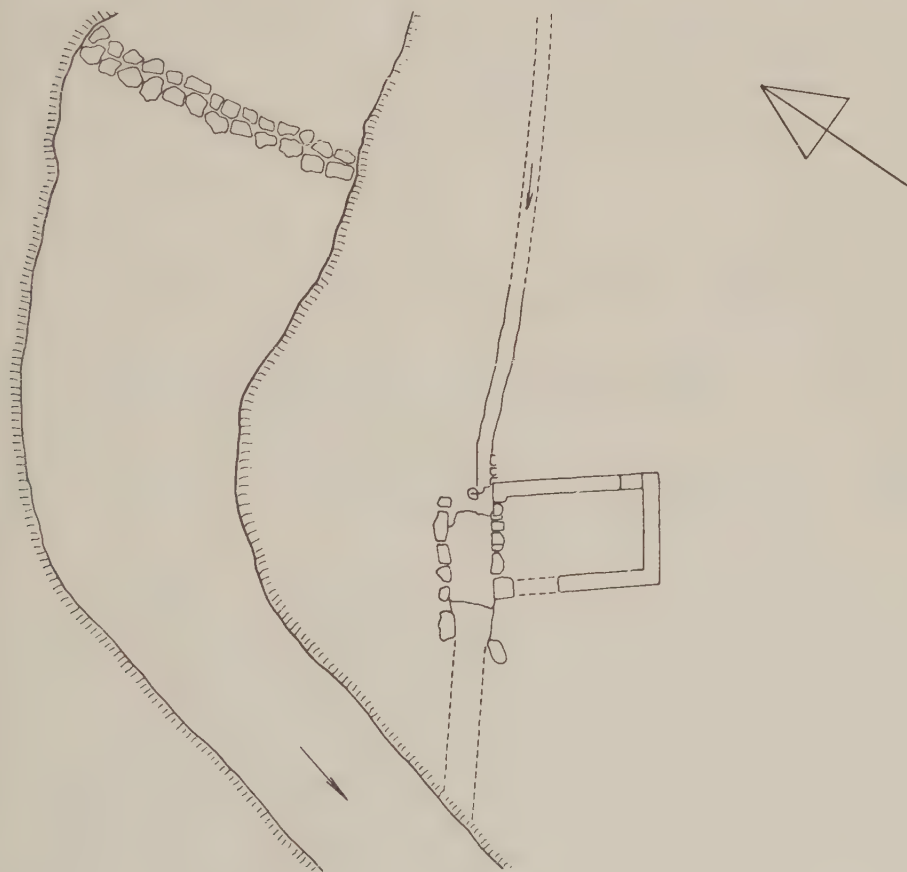


Fig. 3

rade längd är 1.35 m. Fördämningen i floden är troligen antik och avsedd att höja vattennivån i rännan. I jämnhöjd med byggnaden är flodens normala vattenyta ungefär i nivå med rännans botten.

I vattenrännan påträffades omfattande förstörelselager: närmast träverket i botten fragment av keramik, däröver murstenar från husväggen, och ovanför dessa fragment av tio kvarnstenar. Av de senare är fem löpare till vanliga romerska handkvarnar, de övriga mycket större och tyngre stenar från fyra olika kvarnverk. Bredvid kvarnstenarna påträffades ett basaltfragment med borrade hål, samt åtskilliga spikar och andra järnstycken.⁸⁰

De fem stora kvarnstenarna är av en vitaktig, grovkornig sandsten, som kan ha hämtats från stenbrott ca 3.5 km söderut. Endast ett fragment stammar från en liggare och kan med ledning av sina dimensioner sammankopplas med en av löparna:

Mill No.1 Diameter 30 in. (76 cm). The grinding surface is flat in section, the slope about 1 in 3, well worn and it does not show parallel grooving. Upper stone: diameter of hole at the centre 5 in. (12.7 cm). Thickness at circumference 6 in. (15.2 cm); 4 1/2 in. (11.5 cm) at the centre: no remains of a slot for the turning bar: weight of stone when entire, about 450 lbs. Lower stone: thickness at circumference 5 1/4 in. (13.4 cm); 9 1/4 in. (23.5 cm) towards the centre: weight when entire, about 700 lbs.

Mill No.2 Upper stone, diameter 25 in. (63.8 cm). The grinding surface is concave in section, the slope is about 1 in 3. It is unworn, showing parallel grooving ..., and the average thickness of the stone is 5 in. (12.6 cm).

Mill No.3 Upper stone, diameter 31 in. (78.6 cm). The grinding surfaces are convex in section, the slope is about 1 in 7. Much worn towards the circumference, and it does not show parallel grooving. The diameter of the hole at the centre is 4 in. (10.2 cm), and it is much enlarged at the top. The slot for the turning bar is 2 3/4 in. (7 cm), by 1 1/4 in. (3.2 cm), by 1 1/4 in. The average thickness of the stone is 4 1/2 in. (11.5 cm). The weight is about the same as no. 2. ...

Fragments Two small fragments represent another upper stone, about 29 in. [73.6 cm] in diameter. The stone was either unfinished, or the upper portion has been broken away. The grinding surface is straight in section with a slope of only about 1 in 12.⁸¹

Bland kvarnstenarna påträffades ett plant basaltfragment med måtten ca 15.2 x 11.4 x 4.4 cm. Nära mitten finns två hål, det ena 2.9 cm djupt med max.diam. 1.9 cm, det andra 1.6 cm djupt med max.diam. 1.7 cm. Hålen är jämnt slitna, uppenbarligen som följd av en roterande rörelse. Bredvid finns ytterligare tre små hål av samma slag och på undersidan ett. Stenen kan möjligen ha utgjort underlag för den vertikala axeltappen, varvid hålen skulle representera efter varandra följande lägen för denna.⁸²

Simpson uppfattar byggnadens läge vid vattenrännan kombinerat med fynden av kvarnstenar som bevis för att vi har att göra med en vattenmølla,⁸³ och ingen senare författare har ifrågasatt identifikationen. Alla som berört frågan om møllans typ tar för givet att den var underfallsdriven, en uppfattning som tycks grunda sig på Richmonds påstående att man påträffat delar av ett underfallshjul.⁸⁴ Simpson betonar emellertid att allt trävirke som påträffades i kvarnrännan tycks ha legat i sitt ursprungliga läge och bör ha utgjort en del av själva rännan.⁸⁵ Han påpekar också, att hjulschaktets bredd i sig gör det möjligt att räkna med en skvalta, men argumenterar med utgångspunkt från kvarnhusets placering samt kvarnstenarnas och basaltfragmentets stratigrafiska läge för att vi i alla fall måste ha att göra med en underfallskvarn. "It is probable, in view of the inefficiency which would result from a small mill-stream discharging into a wider wheel-race, that the wheel was about 14 in. [35.6 cm] wide and worked in a casing, like the modern undershot wheel. The diameter of the wheel would have been about 10 to 12 feet [3.05-3.66 m]." För dessa mått ger dock Simpson ingen närmare motivering.⁸⁶

Vattenmöllan dateras av flera författare till 200-talet.⁸⁷ Endast Simpson diskuterar dateringsfrågan närmare: Keramiken som påträffades i förstörelselagret tillhör mitten av 200-talet; kvarnhusets byggnadstekniskt goda kvalitet antyder en datering före år 300; avsaknaden av tidigare förstörelselager med nybyggnad daterar byggnaden efter slutet av 100-talet. Simpson sätter tentativt anläggningen i samband med den intensiva byggnadsverksamheten i dessa trakter kring år 225, och betvivlar att den överlevde den allmänna förstörelsen efter 270.⁸⁸

Fynden förvaras nu i Chesters' museum.

1:2:6-7 Ickham I-II

100- resp. 300-talet e.Kr.

År 1974 undersökte J. Bradshaw och C.J. Young resterna av vad som troligen varit två vattenmøllor i Little Stours gamla flodbädd, nordost om byn Ickham, Kent. En kort redogörelse för resultaten, baserad på uppgifter från Young, publicerades följande år av Wilson:

"The earlier structure was dated to the second century. The sides of the river had been revetted with heavy planks and a structure carried on multiple piles had been set in the stream. Numerous fragments of mill-stones were found. The fourth-century structure was better preserved and was sited at a point where the river had divided round an island of brick-earth. The northern channel formed a mill-race 1.4 m wide, lined with timber planks along sides and bottom for a length of 13 m. At the upstream end a narrow channel only 0.6 m wide led into the mill-race, and pieces of upper and lower mill-stones were found here in a large pit probably caused by scouring. Heavy posts and cross beams occurred at both ends of the mill-race to support substantial structures. A sluice made of two oak beams was sited in the southern channel, and a further timber structure had stood on the island."⁸⁹

1:2:8 Knott Mill

År 1747 påträffades vid Knott Mill, nära Manchester, en ur klippan huggen vattenränna i anslutning till floden Medlock. Ett parti av rännan frilades av den lokale antikvarien Whitaker, som senare publicerade sin upptäckt.⁹⁰ Bennett och Elton, som argumenterade mot varje tanke på vattenmøllor i det romerska Britannien, kommenterade saken som följer: "Viewing all the circumstances, Whitaker believed himself justified in considering the conduit to have been the race of a Roman watermill, but no confirmation of the theory was made by discovery of any relics of the mill, though as late as the seventeenth century a mill certainly did exist at or near the spot."⁹¹

Ingen senare författare kommenterar frågan eller nämner ens Knott Mill vid namn. Mycket torde i detta fall tala för Bennetts och Eltons skepsis, men endast nya utgrävningar på platsen skulle definitivt kunna lösa problemet.

1:2:9 Lincoln

År 1950 påträffades vid arbeten för att fördjupa flodkanalen⁹² i floden Witham, "just outside the south wall of the enlarged *colonia* at Lincoln",⁹³ två egendomligt formade stenfragment. De publicerades 1966 mycket kortfattat av Richmond, som menade att de utgjort hjulaxlar av sten till stora vattenhjul. "These must have been connected with industrial activity, flour-milling being one possibility, saw-milling another".⁹⁴ Richmond anför inga som helst skäl, varför vi här skulle ha att göra med sågkvarnar, men idén accepteras utan kommentar av flera senare författare.⁹⁵ Ingen ifrågasätter heller identifikationen av stenfragmentens funktion utom Wilson, som uttrycker en försiktig skepsis: "The position of the discovery would be suitable for a mill, but the fragments might have been many other things."⁹⁶

Det främsta stödet för Richmonds tanke att koppla samman fynden med en vattenmølla e.dyl. är mycket riktigt just fyndplatsen. Denna beskrives närmare av

Wacher: "... To cope with this waterborne trade, wharves or quays would be required on the banks of the river Witham, and a 20-foot (6 m) long stretch of large, dressed blocks of stone, sitting on what appeared to be an old river bed, has been observed ... Alternatively, it might have been part of the structure of a mill-stream ...".⁹⁷

Stenfragmenten förvaras nu i City and County Museum, Lincoln.⁹⁸

1:2:10 Silchester

300/350 e.Kr.?

År 1890 påträffades bland en samling järnföremål i en brunn i Silchester en ca 92 cm lång järnstång.⁹⁹ Evans beskrev den detaljerat i sin publikation fyra år senare och menade att den påminde om en del av en vagnsaxel: "At one end it is conical and tapers from 1 1/4 inch to 3/4 inch in a space of little more than 6 inches. Then comes a collar 2 inches square and 1/2 inch wide, beyond which the bar is about 1 1/4 inch square for a distance of about 7 inches, it then becomes round and about 1 1/4 inch in diameter, but for a few inches at the end is drawn down flat on each side as if for some other pieces to be welded on. The whole bar shows some signs of having been originally two flat bars welded together."¹⁰⁰

År 1964 publicerades järnstången på nytt av Manning, som ifrågasatte identifikationen som vagnsaxel och i stället föreslog att det bör röra sig om järnet till en kvarn. Visserligen saknas såväl segle som stavdrev, men Manning ger genom jämförelser med kvarnjärnen från Great Chesterford (1:2:4) och Zugmantel (jfr 1:2:16) god motivering för sin identifikation. Han påpekar att ingen vattenmølla kan ha funnits i trakten av Silchester, men lutar ändå snarast mot att järnstången härrör från en sådan. Depåfyndet antas ha lagts ned kring mitten av 300-talet.¹⁰¹

Av övriga författare som berör Silchester-fyndet förbinder nästan alla det med en vattenmølla,¹⁰² men ingen har några ytterligare synpunkter att bidra med.

Järnstången förvaras nu "in His Grace the Duke of Wellington's collection at Reading Museum".¹⁰³

1:2:11 Wherwell

250/350 e.Kr.?

Den romerska villan vid Wherwell nära Fullerton, Hampshire, påträffades år 1904 och har undersökts vid flera senare tillfällen. Resultaten av en sådan undersökning, under ledning av David Whitehouse, presenterades i korthet år 1965:

"A search for the remains of a water-mill contemporary with the Roman villa ... will be made by excavators working on behalf of the Ministry of Public Building and Works when they start operations for the third season of excavations next September. ...

The second season of excavations has just been completed at the site, which is at the bottom of the valley of the River Anton. ... During their work, the archaeologists discovered an artificial channel, which measured up to 25 feet wide and four feet deep. It passed close to the Roman villa and continued south for about 150 yards along the valley. The channel was identified as a mill-stream and two narrow leats, presumably mill-races, were located at the lower end.

A substantial flint-walled building had been demolished into the leats and fragmentary millstones were found among the debris with fourth-century pottery. The excavators state that 'it seems clear, therefore, that the remains of a water-mill await excavation'.

They were able to date the Roman villa as being of late third or early fourth century, but they found evidence that it had been demolished shortly after its construction."¹⁰⁴

Jag har inte lyckats finna några uppgifter om de eventuella resultaten av det fortsatta arbetet.

1:2:12 Willowford

Den romerska bron över floden Irthing vid Willowford, Cumberland, grävdes ut 1923-1924 av R. Cunliffe Shaw. Beträffande en smal vattenränna i anslutning till bron förklarade han 1926 att den "was employed to operate some machinery, such as a mill or apparatus in connection with the bridge", men betonade att identifikationen var hypotetisk i brist på ytterligare bevis.¹⁰⁵

År 1947 beskrev Richmond anläggningen på följande sätt: "The next reconstruction [of the bridge] was no less drastic. The early splayed abutment was enlarged, at the cost of blocking the east culvert, and a correspondingly large pier was added in the stream, whose bed is paved to provide for an under-shot water-mill wheel. There is good reason to think that the surviving culvert represents a mill-race, since a stone spindle-bearing belonging either to the wheel or to power-driven mill stones was found on the enlarged abutment."¹⁰⁶

Moritz accepterar helt Richmonds uppgifter, men hävdar dessutom att man påträffat fragment av kvarnstenar.¹⁰⁷ Övriga författare som berör Willowford-möllan¹⁰⁸ följer Richmonds och Moritz' version med undantag av Wilson. Denne medger att vi möjligen kan ha att göra med en vattenmølla, men vänder sig bestämt emot Richmonds identifikation av en på platsen funnen sten som "spindle bearing stone". Om existensen av kvarnstensfragment säges inte något.¹⁰⁹

En datering av anläggningen förefaller inte möjlig.

1:2:13 Woolaston

200-talet e.Kr.?

Vid utgrävningen av den romerska villan vid Woolaston, Gloucestershire, påträffades ett golv vars stenläggning bl.a. utgjordes av två stora kvarnstenar. De publicerades tämligen detaljerat år 1938 av Garrett i hans beskrivning av villan:

"The two upper millstones are cut out of the local Old Red Sandstone conglomerate. They are duplicates in size, each having a diameter of 31 1/2 inches [80 cm] and a thickness of about 5 inches [12.5 cm], convex on the top and concave on the under surfaces, milled in the usual transverse pattern.

The concavity amounts to about 1 inch [2.5 cm] at the centre. They are pierced at the centre by three almost equal conjoined holes, which widen somewhat from the convex to the milled face.

In the broken stone the outer holes are more wedge-shaped than circular, as they are in the perfect stone. The measurement across the length of the holes on the convex face is 13 inches [33 cm] for the whole stone and 9 inches [23 cm] for the broken stone.

The broken stone had apparently cracked in use; across the central holes, and on one side of these an iron band had been used to mend it by having its turned down ends cemented into small cavities on the opposite sides of the crack. A portion of the iron still remained cemented in position. There are also four other concentric cavities, three on one side and the fourth on the other side of the line of central holes, and all situated towards the rim. ..."¹¹⁰

En avloppsledning passerar i omedelbar närhet av den plats där kvarnstenarna påträffades, och i en sänka just nedanför villan flyter en bäck som mynnar i floden Severn. Ändå räknar Garrett uppenbarligen inte alls med möjligheten att stenarna skulle kunna härröra från en vattendriven kvarn. Eftersom de är så påtagligt mycket större än en vanlig handkvarn, föreslår han en sådan skött av mer än en man.¹¹¹ Den lilla byggnad ett stycke från villans huvudbyggnad, där kvarnstenarna påträffades, identifieras i texten som latrin eller stall, men på en plan kallas den faktiskt "Millhouse, stable or latrine".¹¹²

Någon tydlig datering lämnas inte, men man får intrycket att stenarna lagts i jorden i samband med en total ombyggnad ca 320 e.Kr.¹¹³

Richmond tar fasta på stenarnas närhet till en vattenledning,¹¹⁴ och Moritz går ett steg längre när han menar att "at Woolaston it is even conceivable that a water-mill may have been connected with the bath installations, as Palladius advises."¹¹⁵ Villan har mycket riktigt en stor badavdelning, men Garrett ger i sin publikation inte något direkt stöd för tanken att den aktuella vattenledningen skulle stå i samband med denna. I motsats till Richmond påpekar dock Moritz tydligt, att det ingalunda kan anses givet att vi har att göra med en vattenmølla överhuvudtaget.

1:2:14 Wroxeter

I samband med sin diskussion om användningen av dammluckor för att reglera vattenflödet vid kvarnarna på Janiculum (1:2:22) skriver Benoit: "Il semble qu'un dispositif analogue ait également existé aux moulins de Wroxeter (*Viri-conium*) en Angleterre, sur le cours de la Severn, où un établissement de ce genre, peu reconnaissable, a été découvert en 1914."¹¹⁶ För denna uppgift hänvisar Benoit till Ashby, men tycks här ha missförstått sin källa. Ashby talar visserligen om användningen av överflödigt vatten för vattenmøllor i Rom, men jämförelsen med Wroxeter gäller endast den allmänna frågan om utnyttjande av överskottsvatten, och han antyder på intet sätt att det skulle ha förekommit vattenmøllor där.¹¹⁷

1:2:15 Bolle

1. årh. f.Kr.

År 1938 grävde Axel Steensberg ut en skvaltmølla från 1500-talet vid byn Bolle i Vendsyssel, Jylland, och träffade under de följande åren (1939 och 1944) på vad som föreföll kunna vara resterna av en ännu äldre anläggning på platsen. Denna frilades under en större utgrävningskampanj 1946, och resultaten kunde publiceras sex år senare.¹¹⁸ I en nyligen utkommen artikel sammanfattar han sina resultat som följer:

"In 1946 Valdemar M. Mikkelsen ... and I extended the excavation, uncovering the [sloping cobbled] pavement and what was apparently another mill-race. The pavement led down to a reservoir the bottom of which was secured against undermining by a floor of heavy oak planks in east-west, caulked with heather and covered with twigs. At the east end of the flooring was built a dam of heavy boulders crossing the narrow valley. Two wooden stems penetrated the middle of it, apparently a relic of an outlet of the dammed-up water. East of the dam was found a clay vessel standing on its base. It could be dated to the first century BC, and other finds of potsherds confirmed this early date of the structure.

Corresponding to the layer of the vessel was a sandlayer west of the dam, covering the oak planks and partly mixed in with the caulk between them. Consequently the sandlayer could not be earlier than the formation on the planks, and it fitted tightly to the boulders of the dam so that it must have been settled after the dam was built. We concluded that this layer of sand had been deposited because the reservoir west of the dam had been frequently emptied through a sluice, placed between the two stems that penetrated the dam. An idea, advanced by the archaeologist Viggo Nielsen that the plank-layer and the pavement could be part of a road transgressing the valley, cannot be accepted, because there is a distinct step where the nicely cobbled pavement ends so that the wheels of carts and waggon passing over it would be damaged from hobbling down the step. And why should the water be stemmed up into a reservoir where a road was going to pass?

The present author is still convinced that the structures excavated at Bolle belongs to a horizontal water mill. The sluice in the dam must have been combined with a wooden trough, similar to those found with horizontal mills in Ireland ... But when the mill of Bolle was ruined, this chute was presumably transferred to another dam, the relics of which were found about twenty metres to the east, built upon the top of several sandlayers washed out from the first mill and filling its back-pond."¹¹⁹

Steensbergs tolkning av fynden accepteras reservationslöst av Forbes och White,¹²⁰ av vilka framför allt den senare dragit långtgående slutsatser utifrån dem. Andra ställer sig som Viggo Nielsen tvivlande eller åtminstone mera avvaktande.¹²¹ Bäst sammanfattas läget av Ek, som utan att vilja helt utdöma Steensbergs tolkning ändå påtalar den stora osäkerhet som råder:

"... Obestridligt är att anläggningarna visar påfallande likheter med vattenkvarnsanläggningar och det är med vårt nuvarande vetande svårt att föreställa sig vad de annars skulle kunna tjäna till. Steensbergs identifiering av anläggningarna har emellertid inte reservationslöst accepterats. Givet är att tolkningen måste baseras på en del förmodanden men den påtagliga svagheten i identifieringen ligger i frånvaron av fynd som definitivt kunde binda tolkningen: järn, rester av hjulet och av kvarnstenarna. Steensberg har visserligen funnit en bit av en genomborrad roterande kvarn - möjligen liggaren - men är själv osäker om huruvida denna kan sättas i förbindelse med någon vattenkvarn. Diametern till denna är endast 28 cm vilket får sägas vara otroligt litet för ett stenpar till en vattenkvarn. Anmärkningsvärt är att inte säkra fynd av stenar till de antagna vattenkvarnarna har gjorts. Steensberg kommenterar blott frånvaron av hela kvarnstenar och påpekar helt riktigt att dessa säkert inte övergavs så länge de var funktionsdugliga. Men man kunde finna uttjänta stenar eller delar av söndersprängda stenar. Dessa omständigheter gör det tillrådligt att ställa sig avvaktande till identifieringen tills den kan stödjas av säkrare fynd från samma tid."¹²²

1:2:16 Tyskland

Kvarnstenar av en typ som kan tänkas härröra från vattenmøllor rapporteras från olika platser längs *Limes*. I fråga om de viktiga fynden från Saalburg tycks det stå klart att vi inte kan räkna med vattendrivna kvarnar,¹²³ men i andra fall står denna möjlighet åtminstone teoretiskt öppen.¹²⁴

Från kastellet Zugmantel stammar ett kvarnjärn och ett stavdrev, vilka utan att själva kunna härröra från vattenmøllor ändå utgör viktiga vittnesbörd om dessa detaljers utseende också i vattendrivna kvarnar. Se nedan, kapitel 2:3:3-4.

1:2:17 Barbegal

250/400 e.Kr.?

Ruinerna av den stora kvarnanläggningen vid Barbegal (Fig. 4), ca 9 km från Arles, har aldrig legat helt täckta av jord. Redan under 1700-talet studerades och beskrevs grundmurarna, som då antogs vara resterna av något slags reningsbassäng, ett valkeri, färgeri eller dylikt. På 1780-talet fick dock förekomsten av kvarnstensfragment av basalt P. Dumont att räkna med att anläggningen tjänat dels som valkeri, dels som mölla, och samma uppfattning möter ännu i början av 1900-talet. Beslutet att frilägga resterna fattades först år 1935 och genomfördes 1937-1938, under ledning av Fernand Benoit, som publicerade en detaljerad rapport om sina resultat år 1940:¹²⁵

Genom "Vallon des Arcs", ovanför anläggningen, löper två akvedukter parallellt från norr till söder i ca 325 m, på ett inbördes avstånd av ca 1 m. Den västra (A) utgick från Saint-Rémy och Mollégès, medan den östra (B) fick sitt vatten från flera olika källor i Entreconque, Manville och les Baux. Vid dalens södra sida delar sig akvedukterna på nytt: den västliga svänger av i rät vinkel västerut mot Arles, medan den östliga fortsätter rakt söderut och bryter genom klippkammen med en 2 m bred och 5 å 6 m djup skärning. Den akvedukt som leder till Arles går tillbaka till augusteisk tid, medan den andra utifrån tekniska hänsyn låter sig dateras till den senare kejsartiden (300-talet?) och uppenbarligen har rättats in efter den redan existerande vid passagen av dalen - de båda vattenledningarna löper dock på olika nivåer (den västra högre än den östra), och ingenting tyder på att man försökt koppla dem samman.¹²⁶

Den östliga akvedukten mynnar, omedelbart efter det den brutit genom klippkammen, i en stor triangulär bassäng (C), vars solfjädersform var ägnad att mins-

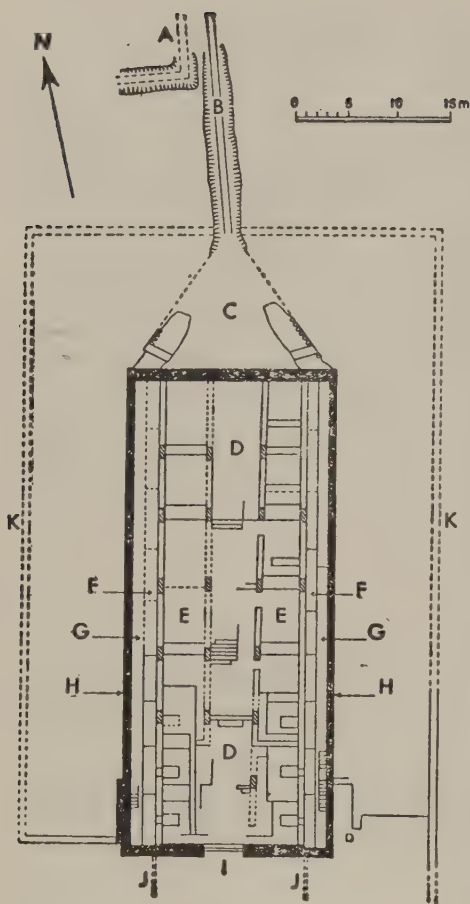


Fig. 4

net på två kvarnrännor (F), längs var sin sida av byggnaden. Anläggningen framstår som en enhetlig skapelse, noga planerad och skickligt anpassad till terrängen.¹²⁸

Av byggnadens fasadmur i söder återstår endast de mer än en meter djupa fundamenten, nedsänkta i klippan för att stå emot trycket uppiifrån och konstruerade som en mur av mindre stenar med infällda rader av stora block. I murens mitt ligger ingångsporten (I) till anläggningen med en 3.65 m lång tröskel, 60 cm bred och lika hög. Tröskeln består av tre stenblock med en 3.45 m lång ränna inhuggen, 5 cm bred och lika djup. Ingenting tyder på att här funnits vare sig dubbeldörrar eller skjutdörrar, utan rännan har snarare varit avsedd för ett nedsänkbart skrank, kanske ett järngaller. Porten inramades av stora antblock, 94 cm långa och 1.20 m tjocka. Av överbyggnad, arkitrav o.dyl. finns inga spår bevarade.¹²⁹

Av anläggningens bakre (norra) mur återstår endast grunden, en ca 1.20 m bred huggning i klippan längs byggnadens hela bredd, men själva muren omnämns ännu i en beskrivning från år 1782. Denna mäktiga mur utgjorde å ena sidan stöd för fördelningsbassängens terrassering och bar å den andra upp byggnadens tegeltak. Detta vilade, förutom på yttermurarna, också på sex rader om fyra pelare, placerade på ett inbördes avstånd av ca 6.60 m, vilka bildade sju avdelningar mellan byggnadens norra och södra kortsidor. Dessa pelare mäter 1.20 x 0.60 m,

ka vattentrycket. Murarnas tjocklek uppgår till så mycket som ca 2.50 m; deras utsida visar spår av beklädnad med små stenar, medan deras innervägg utgöres av kvaderblock förenade med ett kalkbruk utan tegelfragment - samma teknik som kommit till användning vid akvedukten. Den triangulära ytan kan antas ha varit fylld med jord upp till en viss höjd, som terrassering för bassängen. Sidomurarna är genombrutna i sin övre del av två meterbredda öppningar, placerade snett i förhållande till vattnets rörelseriktning. Vi måste här ha att göra med dammluckor avsedda att tömma reservoaren och att tjäna som avlopp under perioder då anläggningen stod stilla. De luckor som släppte in vatten i kvarnrännorna måste antas ha legat ungefär en meter ovanför bassängmurarnas bevarade nivå.¹²⁷

Nedanför bassängen finns resterna av själva kvarnbyggnaden innanför en rektangulär omfattningsmur (H), 20 m bred och 61 m lång, fördelningsbassängen medräknad. Nivåskillnaden från akveduktens utlopp är 18.60 m, vilket innebär en genomsnittlig lutning av 30.5° , men genom att anläggningen placerats på en punkt där en jordficka tillät fördjupande av det nedersta våningsplanet, har den faktiska höjden kunnat ökas ytterligare - något som påverkat såväl mekanismens utformning som kvarnkamrarnas plan och dessutom räddat delar av möllan från förstörelse. Arkitekten har vidare fördubblat den till buds stående fallhöjden genom att fördela vatt-

är byggda av stora stenblock som kontrasterar mot de vanliga små murstenarna, och är djupt förankrade i klippan. Taket täckte troligen byggnadens hela bredd och hade formen av ett portiktak, som klättrade uppför slutningen i sju trappsteg lutade mot söder, varvid mellanrummen släppte in luft och ljus. Takets avsatser var följaktligen fristående från kvarnkamrarnas: medan de övre kamrarna hade var sitt tak, skyddades de fyra nedre endast av tre.¹³⁰

I byggnadens mitt löpte en bred trappa (D) från huvudingången i sydturen, där spannmålssäckarna måste ha lastats av, upp förbi anläggningens samtliga kvarnkammare. De nedersta bevarade trappstegen omfattade gångens hela bredd, ca 4.20 m, men vid de övre våningsplanen är trappan trängre, beroende på de avsatser som betjänade kvarnkamrarna. Ett stycke nedanför trappans mitt är bredden 3.30 m, medan motsvarande mått i anläggningens övre del är så litet som 2.75/2.85 m.¹³¹

De båda kvarnrännorna (F) är konstruerade som fristående akvedukter, för att stå emot vattentrycket; de stöder sig mot byggnadens yttermur, dock utan att stå i direkt förbindelse med denna, för att inte förstöra den i händelse de utsattes för skador. Rännorna är delade på åtta trappstegsformade fall, vilka fungerar som schakt för vattenhjulen; deras samlade längd från bassängen till fasadmuren är 46.50 m. Den övre delen är utplånad ovanför substruktionerna och dess rekonstruktion helt hypotetisk; därför numreras hjulschakten nedifrån och upp. Schakten i den östra rännan är bäst bevarade: de tre nedersta i sin helhet, de båda följande (no. 4 och 5) och det sjätte nordöstra hörn delvis. Av den västra rännan återstår bara de båda nedersta våningsplanen. Schaktens höjd (2.60 m) och bredd (2.20 m) är konstant. De delas dock på längden av en avsats med kommunikationstrappa (G) längs ytterturen, varför hjulschaktets effektiva bredd endast är 1.10 m. Schaktens längd växlar: det nedersta, som också har till uppgift att leda undan vattnet, är 5.20 m långt, de följande fyra (no. 2-5) 4.75 m, det sjätte och sannolikt även de båda översatta 6.00 m. Rännornas väggar var täckta av en tegelbetong med ett rött järnoxidhaltigt överdrag, avsett att skydda murbruket mot vattnet.¹³²

Förekomsten av bjälkhål i hjulschaktens väggar kombinerad med fynden av fragment av kalkavlagringar med avtryck efter trävirket visar att schakten avslutats av en träskiva med en mindre än 50 cm bred öppning. Genom denna har vattnet letts över vattenhjulet i närmast nedanför liggande schakt via en ca 2.25 m lång och 35 cm bred träränna, som varit placerad i det närmaste horisontellt för att ge maximal fallhöjd. Hjulet snurrade följaktligen i riktning med vattnets rörelse. Möjlighet tycks vidare ha funnits att få vattenhjulet att stanna genom att öppna en skjutbar lucka i början av trärännan. Kalkinkrustationerna på väggarna till den östra rännans första och andra schakt möjliggör en grov bestämning av hjulens diameter till ca 2.20 m, mot en bredd av mindre än 70 cm. Många fragment av kalkavlagringar bevarar avtryck efter spikar eller spår av en svart färg, som visat sig utgöras av mangانبioxid - troligen resterna av något slags linoljeharts avsett till att täta fogarna. Kalkinkrustationernas tjocklek kan uppgå till så mycket som 10 cm, vilket antyder att trävirket förblivit outbytt under mycket lång tid.¹³³

Sedan vattnet arbetat sig genom raden av vattenhjul, släpptes det ut längst ned genom två underjordiska avloppsledningar (J). Den östliga ledningen har frilagts och är 1.20 m hög, 40 cm bred; den är uppbyggd av två små murar, 90 cm höga, på vilka vilar ett valv med 60 cms diameter. De båda ledningarna har till att börja med löpt parallellt söderut till dalens botten, där de utmynnade i ett avloppsdike diagonalt över de sumpiga ängarna mot Baux-dalens träsk; det kan följas till en punkt ca 500 m sydväst om kvarnbyggnaden.¹³⁴

Hjulaxlarnas ändar vilade på träkuddar infällda i ett underlag av sten, som i sin tur var placerat på hjulschaktets längsgående avsats. Fragment av sådana stenlager har påträffats i en medeltida mur vid den västra kvarnrännans översatta kammare. I de tre nedersta schakten passerade den 5 m långa hjulaxeln vägen till kvarnkamrarna (E) genom ett rektangulärt fönster, 90 cm högt och 75 cm brett, byggt av stora stenblock. Axeln ände vilade ca 35 cm över kanten

till möllegraven, som upptog mitten av kammaren. Gravens längdriktning är densamma som axeln, och den mäter 1.80 m i längd, mellan 1.00 och 1.10 m i bredd, och ca 70 cm i djup. Härav följer, att det vertikala kugghjulet måste ha haft en diameter som understigit 1.00/1.10 m. Om storleken av det horisontella kan ingenting säkert sägas, men Benoit menar att det bör ha varit mindre.¹³⁵

Som framgår av planen, råder en märkbar dissymmetri mellan de tre nedersta kvarnkamrarna och de övre, en dissymmetri som är avhängig av nivåskillnaderna mellan kamrarna och deras omgivning. För att kunna nås från mittgången måste de båda nedersta kamrarna ha ingångskorridorer med trappor, vilka inskränkte deras yta betydligt. I de tre nedre kamrarna är dessutom kvarnrännans botten i nivå med möllegraven, vilket nödvändiggör en överföringsmekanism nedifrån och upp, med konstruktion av ett övre etage för kvarnstenarna. I de övre kamrarna ligger rännan så mycket högre, att kraftöverföringen i stället tycks ha gått uppifrån och ned. Det gjutna golvet i kammare 6, som saknar grav, visar att den horisontella hjulaxeln passerat ca 3 m över golvnivån. Kugghjulsmeکانismen måste följaktligen där ha varit placerad ovanför stenarna, och det finns skäl att anta att samma system varit rådande också i kamrarna 4, 5, 7 och 8.¹³⁶

Medan möllegraven befinner sig i mitten av de tre nedersta kamrarna, låg kvarnverket i den södra delen av kammare 6: två små murar markerar grunden till den träställning som bar upp kugghjulsmeکانismen. Samma planering kan urskiljas i substruktionerna till kamrarna 7 och 8, och har troligen funnits också i de mellanliggande no. 4 och 5. I de tre nedersta kamrarna finns avsatser längs de norra och södra sidorna, avsedda för den träställning som bar upp det övre etagets trägolv, ca 1.40 m över kammarens gjutna golv. Kommunikationen mellan kvarnkamrarnas båda etager skedde med hjälp av små trästegar, 70 å 80 cm breda.¹³⁷

I de nedre våningarnas förstörelselager har påträffats stora fragment av förbrända ekbjälkar samt upp till 46 cm långa järnspikar med koniska huvuden och kvadratisk genomskärning. Av meکانismens järndelar har återfunnits endast några obetydliga fragment.¹³⁸

Åtskilliga fragment av kvarnstenar har hittats i kvarnkamrarna och vattenrännorna, men den enda helt bevarade, en liggare, påträffades på fältet söder om anläggningen. Den mäter nästan 90 cm i diameter mot 45 cm i höjd och består av en ca 25 cm hög cylindrisk bas krönt av en stympad kon. Denna kon passar väl samman med löparfragmentens konkava undersidor. Såväl liggare som löpare är genomborrade av ett hål i mitten; liggarens har en diameter av ca 12 cm, löparens är något större. Stenarten är en vulkanisk lava, som härrör från basaltbrotten vid Agde. Den vertikala axeln var fäst vid löparen inte med en hake i dennas undersida utan med en dubbel järnkrampa formad som en klo, som trängde in i två håligheter (7 cm djupa, 2 cm i diameter) i dess övre del, på ömse sidor om centralhålet.¹³⁹

Annorlunda formade, sexkantiga kvarnstenar påträffades på 1700-talet och publicerades av Vëran. Dessa stenar var av mycket växlande dimensioner. De största var 1 fot 2 tum (37.8 cm) höga, med en diameter av 2 fot 4 tum (75.7 cm); i mitten hade de ett hål med 4 tums (10.8 cm) diameter. Av denna kvarnstenstyp tycks endast liggare ha påträffats, och inga ytterligare fynd gjordes under utgrävningarna. Benoit antar att dessa stenar kan ha använts i de övre kvarnkamrarna och försöker sedan utnyttja dem som argument för att varje vattenhjul skulle ha drivit två kvarnar, med hjälp av en extra kugghjulsutväxling.¹⁴⁰

Den egentliga kvarnbyggnaden är, tillsammans med fördelningsbassängen, omsluten av en yttre mur, av vilken tillräckliga spår finns bevarade för att dess sträckning skall kunna fastställas (K). Den är byggd av mindre stenar med kedjor av stora block och är endast 60 cm bred. I söder, där den löper på ett avstånd av 6.50 m från fasadmuren, begränsade den ett slags förgård, som gav

tilltråde till kvarnen och dess annexbyggnader. Dessa annex har skadats så illa, att de endast med svårighet låter sig rekonstrueras. I det sydöstra hörnet, på ett avstånd av bara 1.75 m från kvarnens yttermur, tycks ha legat en magasinsbyggnad med tegeltak. Övanför denna bär en terrasseringsmur upp en cementgjuten yta, som sträcker sig ända till i höjd med det fjärde hjul-schaktet och fortsätter utanför omfattningsmuren. Denna yta antas ha använts till att tvätta eller torka säden och försågs med överflödsvatten från kvarnbassängen.¹⁴¹

Dateringen av Barbegal-möllan grundar sig främst på fynden av mynt, keramik och terrakotta-lampor. De äldsta mynten (Lucius Verus och Septimius Severus) är mycket hårt slitna; övriga tillhör samtliga perioden mellan Caracalla och Konstantin den store. Keramiken är till största delen att hänföra till övergångsskedet som följer efter den period som karakteriseras av sigillata-vara. Både den importerade och den lokala keramiken är av ett slag som inte förekommer före Diocletianus' regering men blir allt vanligare under 300-talets lopp. Också lamporna är att hänföra till detta övergångsskede. Huvuddelen saknar dekoration, men är av en typ som tillhör tiden före Konstantin; de dekorerade exemplaren har ett motiv som är vanligt förekommande i Afrika under 200-talet.¹⁴²

Benoit förlägger kvarnanläggningens tillkomst efter de stora invasionerna under andra hälften av 200-talet och sätter den i samband med staden Arles' politiska och ekonomiska blomstring under Konstantin, som residerade där mellan 308 och 316, liksom med Diocletianus' och Konstantins fiskala reformer och omorganisation av *Annona*. Förstörelsen av anläggningen daterar han tentativt till 400-talet, till vilket han också hänför de ombyggnader som kunnat observeras på mittgångens östra mur, där fragment av kvarnstenar och kalkavlagringar byggts in i substruktionerna och i murens ytterst illa konstruerade förlängning mot söder.¹⁴³

Barbegal-möllan berörs av de flesta som under senare decennier diskuterat vattenkvarnens historia under antiken. Några författare beskriver den ganska ingående, men med undantag för dateringsfrågan nöjer man sig nästan genomgående med att referera Benoits uppgifter.¹⁴⁴ Gleisberg ställer sig tvivlande till att kvarnen haft överfallsdrift, men lämnar ingen som helst motivering för detta,¹⁴⁵ och Forbes förklarar uttryckligen att det där endast funnits ett par kvarnstenar på varje vattenhjul.¹⁴⁶

Vad dateringen anbelangar, följer många Benoits förslag, men påfallande många ifrågasätter det också. Sagui ansluter sig på ett ställe utan kommentar till Benoits datering, men förklarar på ett annat att "Arles au II^e siècle était la résidence du *Procurateur* pour la service de l'Annone en Narbonnais et même en Ligurie sous Marc-Aurèle. Cela nous fait croire que la meunerie de Barbegal soit du II^e siècle."¹⁴⁷ Forbes accepterar detta förslag, och Gleisberg förklarar utan motivering möllan stamma "aus dem 2. oder 3. Jh. n.Chr."¹⁴⁸

Enligt Eydoux skall Benoit själv senare ha omdaterat anläggningen till mitten eller t.o.m. förre hälften av 200-talet,¹⁴⁹ och därmed ansluter han sig nära till Kiechle, som ensam av senare författare ägnat frågan en mera ingående diskussion. Kiechle baserar sitt resonemang främst på mynten och påpekar att dessa bär spår efter den brand som förstörde kvarnen - något som visar att de förlorats då denna redan var i bruk: "Zumindest die späteren Prägungen dieser Münzreihe bezeichnen deshalb die Zeit der Verwendung dieser Anlage und können schwerlich als terminus post quem für ihre Errichtung interpretiert werden. ... Der Mühlenkomplex dürfte also etwa von der Mitte des 3. Jh. bis in die 2. Hälfte des 4. Jh. in Tätigkeit gewesen sein - ein Zeitanatz, der durch die dortigen Keramikscherben gestützt wird ... Auch passt die Errichtung eines so umfangreichen Mühlenkomplexes ausserhalb städtischer Befestigungsanlagen besser zu der wirtschaftlichen Situation Galliens vor der grossen Germaneninvasion in der 2. Hälfte der 70er Jahre des 3. Jh., als zu derjenigen nachher."¹⁵⁰

1:2:18 Prêty (Tournus)

I sin diskussion om Barbegal-anläggningen (1:2:17) skriver Forbes: "We have archaeological evidence for a similar flour-mill at Prêty (*Pistriacum*), near Tournus, Burgundy, which ground the corn of the Saône valley and supplied the army of northern Gaul."¹⁵¹ Längre fram fortsätter han: "It is significant that all the water-mills excavated (at Venafrum, Barbegal, Tournus, Rome, and Athens) were fed artificially by aqueducts in order to procure a constant flow."¹⁵²

Som jag redan tidigare påpekat grundar sig denna uppgift helt enkelt på att Forbes missförstått sin källa: "Benoit (pp. 70-71) only hypothetically advances that the village of Prêty ... might have been the location of a milling establishment similar to the one at Barbegal. Benoit in his turn based his suggestion upon Jeanton ([1924] pp. 34-35), where it, however, clearly transpires that the mill-stones mentioned are 'des meules de moulins à bras'."¹⁵³ Påståendet att kvarnfynden vid Prêty skulle stå i samband med en akvedukt är uppenbarligen helt gripet ur luften.

Se vidare ovan, 1:1:15.

1:2:19 Augusta Emerita

"I will remind you of the very important milling with horizontal wheel in Emerita Augusta which was for many centuries the capital of Lusitania which was the western part of not within Portugal but part of Spain, and from there is a very big dam called Aqua Prosebina with an enormous inscription from the first century B.C. leading the water into - I don't know, I couldn't tell you exactly - but more than ten horizontal wheels placed by the River in (impossible to transcribe), it was after Caesar invaded Francia. It is only in the Roman world that we find - in the first century of our age - this type of mill."¹⁵⁴

Texten utgör ett muntligt diskussionsinlägg, och då talaren uppenbarligen hade en ganska oklar uppfattning om anläggningen i fråga, måste alla uppgifter behandlas med stor försiktighet. Dammen, som i verkligheten kallas *Lago de Proserpina*, ligger 5,5 km nordväst om Augusta Emerita, det nuvarande Mérida, huvudstaden i provinsen Badajoz, och den är den största av sitt slag i Spanien. Inskriften som givit namn åt vattenreservoaren sitter inte på denna utan har påträffats ett stycke därifrån. Jag har ingenstans funnit någon datering, vare sig av inskriften eller av själva dammbyggnaden; den här föreslagna, första århundradet f.Kr., förefaller osannolik åtminstone för dammen, då staden inte anlades förrän år 25 f.Kr. Dammen försörjde staden med vatten via en akvedukt kallad Los Milagros; denna dateras i allmänhet till andra hälften av 200-talet e.Kr., och ingenting tycks tala för en tidigare datering av dammen.

Om de många skvaltkvarnarna har jag inte lyckats finna några ytterligare uppgifter. Jag ser inga skäl att betvivla deras existens, men tills frågan kunat undersökas närmare måste man räkna med möjligheten att de kan ha tillkommit senare - så mycket mera som dammen uttryckligen uppges ha restaurerats vid flera tillfällen.¹⁵⁵

1:2:20 [Neapel]

"Millstones of the 'large Saalburg' type ... several are to be seen in one of the courtyards of the Naples Museum. Some of these stones may well have belonged to water-mills of the Vitruvian pattern, but the existence of a water-mill must not ... be inferred automatically from the presence of such stones."¹⁵⁶

Två av dessa stenar kan möjligen härröra från möllan i Venafrum (1:2:25); upplysningar om de övriga har jag inte lyckats finna.

1:2:21 Rom, Caracallas thermer

Under utgrävningarna i källarvåningen under den öppna gården i Caracallas thermer påträffade man år 1912, i omedelbar närhet av det välkända mithreet, ett kryssvälvat rum med resterna av en vattenmølla. Två mycket korta notiser om fyndet publicerades genast, men den utlovade publikationen¹⁵⁷ uteblev, och de faktiska upplysningar som kan hämtas från de preliminära rapporterna är få. Gatti talar om en medeltida vattenkvarn med två avdelningar, en för spannmål och en för färger;¹⁵⁸ och Ghislanzoni förklarar att vi har att göra med en mølla med två par kvarnstenar, av vilka åtskilliga fragment påträffats; hjulen sattes i rörelse av vatten som kom från en ledning i väggen mitt emot ingången och föll på skovlar fästade i hjulaxeln.¹⁵⁹

De senare författare som nämner møllan har inga ytterligare fakta att bidra med, men några av dem framför synpunkter rörande dess ålder. Ingen tycks dela uppfattningen att den skulle vara medeltida, men man lämnar inga direkta skäl för sin ståndpunkt. Usher ger närmast intrycket att vilja datera møllans tillkomst före 300-talets slut.¹⁶⁰ Kiechle menar att den "offensichtlich zu einer Zeit eingebaut worden [war], als der Bäderkomplex nicht mehr in seiner gesamten Ausdehnung für seine ursprüngliche Funktion verwendet wurde, vielleicht im späteren 4. Jh., welche Datierung ein in der Nähe ... eingerichtetes Mithraeum nahelegt."¹⁶¹ För en ännu senare tillkomsttid tycks Platner och Ashby uttala sig genom sin datering "at a later date, when the baths lost part of their importance".¹⁶²

Själv hade jag tillfälle besöka møllan vid ett par tillfällen under våren 1977, men kunde då inte finna några skäl för en datering senare än senantiken.¹⁶³ En definitiv lösning på problemet är naturligtvis inte möjlig utan ingående studier av byggnadstekniken och framför allt av de fynd som gjordes vid själva utgrävningen. Dock ger møllans placering i källarutrymmena mening endast så länge baden fortfarande var i funktion, om än bara i begränsad utsträckning, och vattnet måste användas ovan jord innan det kunde utnyttjas för industriella syften. Samma tanke tycks ha föresvävat Kiechle, även om hans hänvisning till det närliggande mithreet snarast torde antyda en datering redan under andra hälften av 200-talet.¹⁶⁴

Sommaren 1979 besökte jag åter møllan tillsammans med ingenjören Thorkild Schiøler, för att studera den närmare och göra en grov uppmätning av rummet

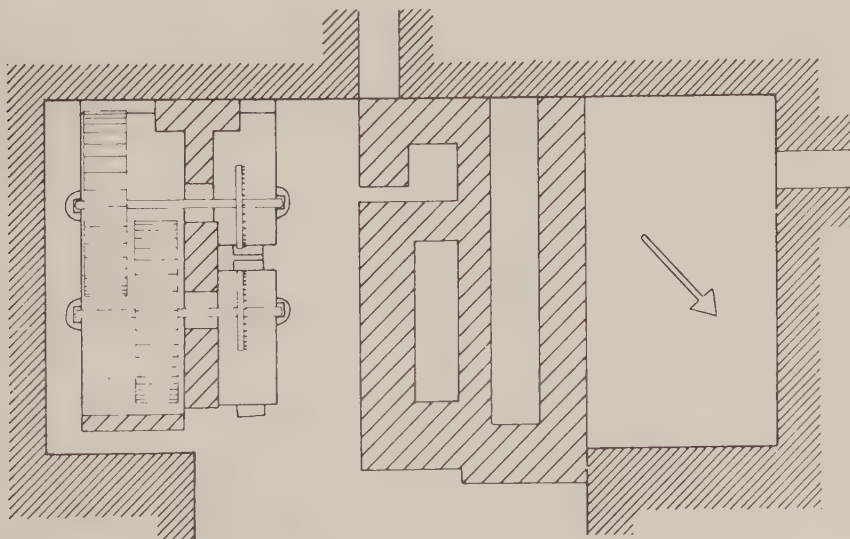


Fig. 5

(Fig. 5).¹⁶⁵ Resultatet var uppmuntrande, i synnerhet som skrapspår i kalk-inkrustationen och stenen tycks möjliggöra en bestämning av det ena vattenhjulets och vertikala kugghjulets diametrar. Beträffande rummets nordvästra del, där jag tidigare antytt möjligheten av ytterligare ett vattenhjul och Van Buren ville se en *fullonica*,¹⁶⁶ nådde vi ingen klarhet, men beskrivningen av rummets sydöstra del torde kunna anses i stort sett trovärdig, även om måttsangivelserna ännu så länge är approximativa.

Vattnet nådde kvarnkammaren genom en ledning som mynnar ungefär mitt i dess sydvästra långsida, på en höjd av ca 2 m över golvet nivå. Därifrån tycks det, att döma av de väldiga kalkavlagringarna, ha letts längs väggen mot sydost, för att slutligen över en spårlost försvunnen träkonstruktion föras ut över de båda vattenhjulen, som uppenbarligen varit överfallsdrivna. Om vattenavloppet låter sig ingenting sägas, förrän hjulschaktet rensats från de avlagringar som samlats sedan utgrävningen. Ett stort vattenavlopp i rummets nordvästra kortvägg kan knappast sättas i samband med möllan.

Längs rummets sydöstra kortsida sträcker sig hjulschaktet, ca 4.20 m långt, 1.35 m brett och 1.50 m djupt. Avståndet mellan stenlagren där hjulaxlarna vilat (ca 1.45 m) kan, i kombination med schaktets bredd, ge intrycket att vi skulle ha att göra med två mycket små och ovanligt breda hjul, men skrapspår i schaktets nordvästvägg visar att det nordöstra hjulet haft en diameter av ca 2.40 m. Förklaringen torde förljaktligen i stället vara den, att de båda hjulen haft en bredd av högst 65 cm, men utnyttjat schaktets bredd för en viss överlappning.

Hjulaxlarna har varit ca 2.90 m långa. Deras andra ände har vilat i liknande stenlager, på andra sidan om de båda möllegravarna. Dessa gravar är ca 1.80 m långa och ca 0.80 m breda, avsedda att bereda plats åt de vertikala kugghjulen, som här varit fästade på axeln. Det sydvästra av dessa kugghjul har skavt ett märke i gravens ena vägg, genom vilket dess diameter kan bestämmas till ca 1.20 m. Huruvida de båda kvarnverkens vattenhjul och kugghjul haft samma dimensioner, låter sig inte säkert avgöras, men det förefaller vara ett rimligt antagande att så varit fallet.

1:2:22 Rom, Janiculum

Janiculum-möllorna är kända huvudsakligen genom litterära evidens (1:1:19,22, 25,32,37), och de synpunkter som framlagts beträffande deras exakta läge och utseende har till stor del baserats på dessa. Först år 1880 fick vi ett bättre underlag för diskussioner på denna punkt, då resterna av vad som på ett eller annat sätt måste ha haft att göra med dessa kvarnar påträffades i samband med den intensiva byggnadsverksamheten på Gianicolo. Tack vare Rodolfo Lancianis insatser blev dessa fynd uppmätta och beskrivna.¹⁶⁷ En plan över murresterna presenterades redan i hans kartverk *Forma Urbis Romae*,¹⁶⁸ men i egentlig mening publicerade blev de inte förrän 1916, då Van Buren gavs tillfälle att utnyttja Lancianis anteckningar inför publikationen av en akvedukt som påträffats under den amerikanska akademien år 1912.¹⁶⁹

Genom ytterligare fynd i dessa trakter åren 1926 och 1928 kunde Van Buren fastställa läget av tre i det närmaste parallella vattenledningar, vilka han från söder till norr identifierade som Aqua Alsietina, Aqua Traiana, samt en för Janiculum-möllorna avledd gren av den senare.¹⁷⁰ Jag har tidigare ifrågasatt grundvalen för dessa identifikationer och försökt visa, att det ingalunda är givet att vattnet till kvarnarna faktiskt härrörde från Aqua Traiana - något som uppfattats som en självklarhet av alla som skrivit om Janiculum-möllorna.¹⁷¹ Frågan om vattnets ursprung är dock av perifer betydelse vid en bedömning av kvarnarnas utseende och funktion.

Jag har i annat sammanhang i detalj studerat resultaten av Lancianis arbete¹⁷² och nöjer mig här med en kort sammanställning (Fig. 6). Av de senare fynd, som på planen markeras med A-F, H och I, låter sig inte något sättas i direkt samband med kvarnarna;¹⁷³ av intresse är således främst det centrala komplexet G, påträffat den 2 mars 1880 och dokumenterat av Lanciani. Vad själva murresterna

beträffar lämnade han oss tyvärr endast en planskiss, vilket avsevärt komplicerade tolkningen. I centrum löper den östvästliga vattenledning, som av Van Buren betraktades som en avledning av Aqua Traiana. På båda sidor om denna ligger ett antal rum, i allmänhet uppfattade som vattenreservoarer, av vilka de norr om akvedukten belägna möjligen i stället kan vara att se som kvarnkammare till en rad i själva vattenrännan placerade underfallshjul.¹⁷⁴ Några säkra slutsatser är här inte möjliga utan kompletterande utgrävningar.

Att anläggningen alls haft med kvarnarna att göra framgår genom fynden av ett större antal kvarnstenar (Diam. 80 cm; tjocklek 15-20 cm; mitthålets diam. 15 cm)¹⁷⁵ på ömse sidor om akveduktens fortsättning mot öster, ungefär mitt i den nuvarande Viale XXX Aprile. På samma plats är på akveduktens insida infällda två par travertinblock (Bredd 60 cm; höjd 1.30 m) med vertikala skåror, säkert med rätta identifierade som "sluice stones" med plats för luckor av trä, vilka "regulated the flow of the water through the mills in accordance with the varying level of water in the aqueduct, or drained the reservoirs when they had to be cleaned or repaired."¹⁷⁶

Oavsett hur det må förhålla sig med rummen kring akveduktens västliga del, förefaller det mig helt klart att Janiculum-möllornas centrala partimåste ligga ett

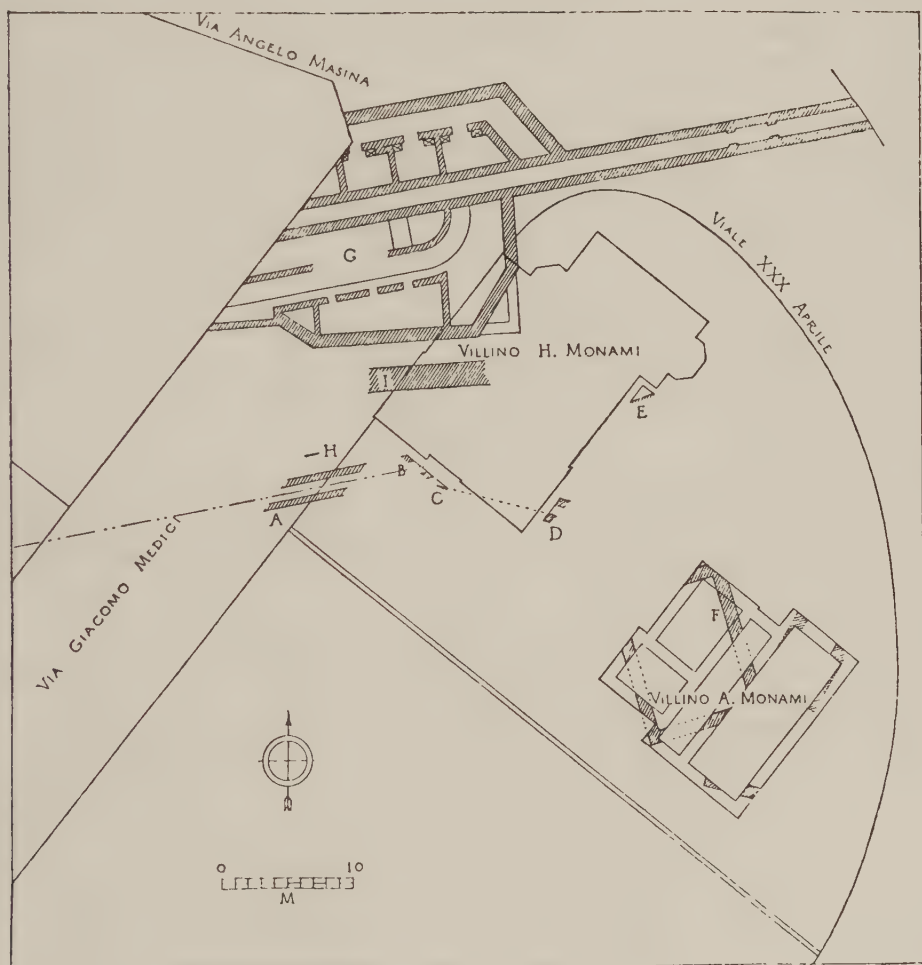


Fig. 6

stycke öster om de av Lanciani uppmätta murresterna, där den svaga slutningen övergår i en kraftigare lutning - sannolikt vid "the gentle gully behind the casino of Villa Spada, where a fall of c. 20 m. within a distance of c. 50 m. down to a plateau by the hair-pin bend of the present Via Garibaldi could be employed".¹⁷⁷ Just på platsen för Villa Spadas casino anträffades på 1700-talet rester av vad som uppfattades som den avslutande vattenreservoaren för Aqua Traiana eller Aqua Alsietina, vars placering skulle göra den utomordentligt väl lämpad som "kvarndamm" till en kvarnanläggning på den plats som här föreslagits

Nära nog samtliga författare som skrivit om antika vattenkvarnar diskuterar Janiculum-möllorna, men mycket få har härvid alls tagit hänsyn till de arkeologiska evidensen. Beträffande dessa har heller inga konstruktiva synpunkter framkommit. Däremot har några, utifrån topografiska resonemang liknande mina egna, gjort gällande att Janiculum-möllorna bör ha haft överfallsdrift, en uppfattning som jag tveklöst ansluter mig till.¹⁷⁸

1:2:23 Saepinum

Under åren 1950-1957 grävdes det romerska torget i Saepinum ut, och bebyggelsen på dess östra sida frilades helt. Resultaten presenterades preliminärt av utgrävaren V. Cianfarani: "In questo lato [del foro] si sono potuti individuare due vasti ambienti probabilmente per uso civico, il podio di un tempio, l'ingresso di un grande complesso forse termale, e due edifici privati con annessi un mulino ad acqua e un frantoio."¹⁷⁹ Någon definitiv publikation av området har ännu inte utkommit.

Jag har inte själv haft tillfälle att studera möllan, men den besöktes sommaren 1979 av Thorkild Schiøler, som lämnat mig följande upplysningar: "Møllen i Saepinum er icke så velbevaret som man kunne ønske, og den trænger til at blive rengjort. Den har visse fællespunkter med Agora-møllen [1:2:27], men er dog red sikkert en underfaldshjulmølle. Dog findes der to, velbevarede 'sluice stones'. Det interessante er at møllehjulet ligger ude i gaden, og at vandet efter møllehjulet løber ned i kloaken." Hjulschaktet är ca 5.5 m långt, 1.1 m brett och 2 m djupt. De båda dammlucks-stenarna står ovanför schaktets ena kortsida; de påminner om dem som påträffats på Janiculum i Rom (1:1:22) och har vertikala, 4 cm breda skåror avsedda för luckorna, som säkert varit av trä. Møllegraven, som öppnar sig direkt mot hjulschaktet, är ca 3.7 m lång, 2.3 m bred och 1.3 m djup, med samma längdriktning som hjulaxeln.¹⁸⁰

1:2:24 Veii

I sin översikt över Veiis topografi lämnar Ward Perkins en tämligen ingående beskrivning av Piordo-bäcken och den av denna drivna vattenmøllan, som har anor från medeltiden men var i bruk ännu för några decennier sedan.¹⁸¹ Han fortsätter sedan:

"Was there a water-mill here in antiquity? We cannot be certain; but it would at least explain the elaborate provisions for ensuring an adequate flow of water within the Piordo by transferring to it a substantial part of the flow of the Valchetta; and it is very hard to suggest a convincing alternative. The stream as such serves no defensive purpose; the level is nowhere high enough for it to have been connected with the water-supply of the main plateau; and there are no traces of any installations such as baths in the valley below. That so elaborate a work would have been undertaken by the little medieval community of Isola Farnese is in the highest degree improbable. It must assuredly be ancient - either Etruscan or Roman; and in default of any convincing alternative, it seems reasonable to conclude that there was in fact a mill here already in classical times. It was sited at the head of the falls, somewhere opposite the modern cemetery; and it was fed by the otherwise unexplained *cuniculus* that cuts across the bend to the west of the present mill."

Ward Perkins diskuterar sedan den eventuella vattenmøllans ålder. Han är helt på det klara med att "the latest study of the history of milling in antiquity

concludes that the water-mill was an invention of the Roman period", men antyder ändå möjligheten att hela vattensystemet kring Vei, inklusive en eventuell mölla, skulle ha tillkommit vid ett och samma tillfälle, under etruskisk tid (före 396 f.Kr.). Han medger resonemangets osäkerhet: "But, if it should ever prove to be the case that the water-mill has a longer history than appears at first sight from the literary sources, and that in this, as in so much else of their knowledge of practical hydraulics, the Romans drew upon Etruscan experience, then it is very likely that here at Vei we have evidence of an actual Etruscan example."¹⁸²

1:2:25 Venafrum

År 1908 påträffades, i samband med arbeten vid Tulivernos flodbädd nära Venafrum, ett par kvarnstenar samt inte långt från dessa några håligheter i ett lager av sedimentär kalkinkrustation, som visade sig utgöra avtrycket efter ett vattenhjul av trä.¹⁸³ Ingenjören Luigi Jacono anförtroddes uppgiften att efter avtrycket utföra en rekonstruktionsritning av hjulet, som skulle ligga till grund för en modell i trä.¹⁸³

Under sitt arbete med Agora-möllan i Athen kom Parsons i kontakt med Jacono, som försåg honom med fotografier och kommentarer till Venafrum-fyndet.¹⁸⁴ Möjligen kan Parsons intresse ha påverkat Jacono att publicera resultaten av sitt arbete, i tidningen *L'Ingegnere*, no. 12 (15/12 1938). Denna artikel har jag tyvärr inte haft möjlighet att studera, men den återges detaljerat, till stor del uppenbarligen ordagrant, i pressöversikten i *Annali dei Lavori Pubblici* 1939.

Avtrycket efter hjulet påträffades nere vid själva flodbädden, och Jacono tycks utgå från att Tuliverno lämnat vatten till möllan via en kvarnränna, men i vilken utsträckning detta baseras på faktiska iakttagelser under utgrävningen låter sig inte fastställas.¹⁸⁵ Av hjulavtrycket är så stor del bevarad, att hjulets dimensioner och konstruktion kunnat fastställas med stor noggrannhet (Fig. 7).

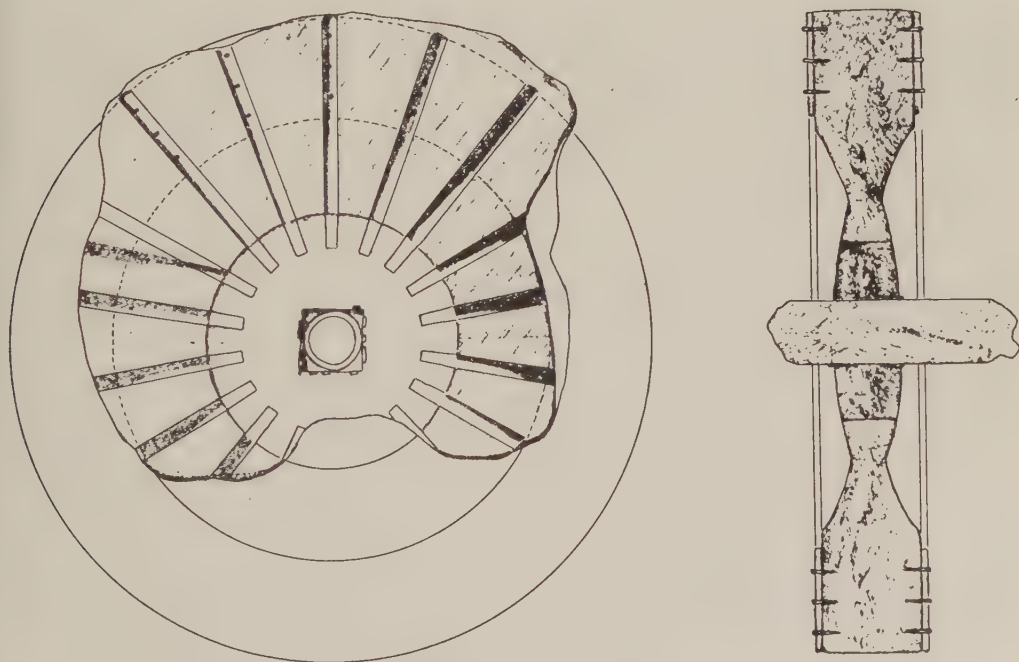


Fig. 7

Hjulaxeln var cirkelrund i genomskärning med en diameter av 10 digiti (18.6 cm), men övergick vid själva hjulfästet till kvadratisk genomskärning med samma sidomått. På ca 20 cm avstånd från hjulets ena sida smalnar axeln av på ett sätt som antyder att den här vilat i det ena lagret och skadats av friktionen. Den andra sidan av axeln är avbruten närmare navet.

Hjulnavet bestod av en massiv skiva med konvexa sidor och en diameter av 40 digiti (74 cm). Kring navets periferi var fästade arton skovlar formade som en dubbel svalstjärt, varav den mindre delen trängde in i navet, följande dess buktiga profil, till ett djup av 6 digiti (11.1 cm), medan den andra vidgade sig i ytterligare 12 digiti (22.3 cm) för att avslutas i en rektangulär skovel, 18 digiti (33.4 cm) lång och exakt 1 fot (29.77 cm) bred. Två runda ringar, en fot breda och 2.5 digiti (4.6 cm) tjocka, begränsade skovlarna på båda sidor; de var fästade vid varje skovel med tre träpluggar. Eftersom inga spår finns efter en avgränsning innanför skovlarnas rektangulära del, menar Jacono att det måste ha rört sig om ett underfallshjul. Hjulets diameter var 100 digiti (1.85 m).¹⁸⁶

De båda kvarnstenarna är ca 80 cm i diameter och 25 cm tjocka, med ett runt hål i mitten. Det tycks i båda fallen röra sig om liggare med tydligt konvex översida. De är huggna i en vulkanisk sten, som anses stamma från Roccamonfina.¹⁸⁷

Jaconos publikation är klar och tämligen detaljerad, men olyckligtvis grundar sig de senare författare som diskuterat Venafrum-möllan endast i undantagsfall direkt på hans beskrivning. I stället hämtar man oftast sina uppgifter från Feldhaus eller Reindl, något som lett till stor förvirring. Feldhaus stötte av en slump på det kalkinkrusterade hjulavtrycket i Neapels Museo Nazionale, lämnades delvis helt felaktiga uppgifter om det av en museivakt, och publicerade dem redan 1936 i den tyska tidskriften *Die Umschau*. Från Feldhaus stammar t.ex. missuppfattningen att hjulet skulle komma från Pompeii och ha begravts vid Vesuvius-utbrottet år 79.¹⁸⁸ Han fick dessutom tillfälle att studera en trämodell av hjulet i skala 1:2, men då han inte upplystes om skalförhållandet ansåg han hjulet vara för litet för att kunna härröra från en vattenmølla.¹⁸⁹

Reindl intresserade sig för Jaconos upptäckter och lämnade en kortare sammanfattning av artikeln ur *Annali dei Lavori Pubblici* i den tyska tidskriften *Wasserkraft und Wasserwirtschaft*. Olyckligtvis tycks hans insikter i det italienska språket ha varit begränsade, och på flera punkter har han missuppfattat sin källa. Allvarligast är härvid hans påstående att hjulet skulle ha påträffats i närheten av Tivoli,¹⁹⁰ medan hans redogörelse för dess konstruktion är i stort sett acceptabel. På en viss oklarhet i Reindls framställning grundar sig missuppfattningen att Venafrum-hjulet skulle ha drivits av vatten från en akvedukt.¹⁹¹ I övrigt ansluter sig senare författare i allt väsentligt till Jaconos beskrivning; ingen har sakligt någonting nytt att komma med.¹⁹²

Beträffande dateringen av vattenhjulet lämnar ingen några närmare upplysningar med undantag för Feldhaus, och hans uppfattning grundar sig på den felaktiga förutsättningen att det skulle stamma från Pompeii. I övrigt tar alla - från Jacono och framåt - det för givet att hjulet är romerskt, liksom de båda kvarnstenarna. Jag ser inget skäl som talar emot denna uppfattning, men anser det värt att påpeka att heller ingenting direkt stöder den. Huruvida utgrävningen gav andra, daterbara fynd, framgår inte av Jaconos artikel; man får under alla förhållanden inte intrycket att han själv varit närvarande vid tillfället i fråga. Inte heller ger den kortfattade beskrivningen av kvarnstenarna eller fotot av dem några otvetydiga belägg för att de verkligen är romerska.

Avtrycket efter vattenhjulet förvaras i den teknologiska avdelningen i Museo Nazionale, Neapel.¹⁹³

1:2:26 Athen, Agora I

400- och 500-talen e.Kr.

"In the 5th and 6th centuries a water mill was established in the area of the pronaos of the Southeast Temple which was then long since forgotten ... The pit for the mill wheel measured internally 0.80 m. x 6.40 m. Some slight vestiges of the mill room were observed to the west of the pit. The water was brought from the southeast in an aqueduct of which a small remnant survived above the east foundation of the Southeast temple. The source of the water seems not to have been the late version of the aqueduct that bordered the Panathenaic Way but rather another aqueduct that came from the east, crossing the Late Roman Fortification at a point to the east of the south end of the Southeast Temple; ... Having turned the wheel in the ruins of the temple the water was carried northward to drive another mill ... some 50 meters farther north."¹⁹⁴

1:2:27 Athen, Agora II

ca 460/475 - ca 580 e.Kr.

Kvarnen påträffades år 1933 omedelbart söder om Attalos' stoa, i vinkeln mellan den senromerska muren och dess nordligaste torn, placerad så att byggnaden kunde utnyttja dessa som sin östra respektive norra vägg (Fig. 8).¹⁹⁵ Kvarnrännan kan följas i ca 20 m söder om hjulschaktet. Den del som löper över jord är ca 42 cm bred och lika djup, med ett golv av rektangulära tegelplattor; under jord, i sin fortsättning norr om möllan liksom söder om den punkt där den träder i dagen, är den djupare och saknar golvbeläggning. Den lutning som antyds av kvarnrännans i det närmaste horisontella golv så långt detta är bevarat, till en punkt ca 15 m söder om hjulschaktet, skulle leda vattnet till en nivå ca 1.40 m ovanför hjulet. Med all säkerhet har någon form av träränna lett vattnet vidare över själva hjulet, och som framgår av de kraftiga kalkavlagringarna på schaktets södra kortvägg har man fått hjulet att stanna genom att öppna en lucka i rännans botten just ovanför denna vägg.¹⁹⁶

Hjulschaktet är djupt nedhugget i klippan och är maximalt 5.50 m långt, 1.10 m brett och 4.20 m djupt. Dess övre del har ca 50 cm tjocka väggar, kraftigt byggda i klappersten och cement, med lager av tegel på ca 75 cm mellanrum. Längst ned i schaktets norra kortvägg leder ett stort avlopp vattnet vidare mot norr. Längs hela den västra långsidan, på en höjd av ca två meter över schaktets botten, löper en drygt 30 cm bred avsats, över vilken reser sig en välvd nisch, 80 cm bred, 38.5 cm djup och 1.25 m hög. I nischens botten vilar direkt på klippan ett marmorblick med en rektangulär nedskärning på den mot schaktet vättande delen av översidan (Fig. 9:4).¹⁹⁷

Mitt emot nischen öppnar sig en valvbåge i östmuren. I kvarnkammaren på andra sidan väggen finns en rektangulär möllegrav i golvet, ca 1.15 m lång, 1.10 m bred och 1.40 m djup. Dess sidor är byggda, men dess golv utgöres av klippan. I muren under valvbågen har i efterhand uppbrutits ett avloppshål i nivå med gravens golv. Gravens östra vägg är kraftigt byggd av stora stenblock, på vilka vilar ett marmorblick med rektangulär nedskärning motsvarande det i hjulschaktets nisch (Fig. 9:1-3).¹⁹⁸

Hjulaxeln som vilar i de båda marmorblicken har haft en längd av ca 3.50 m; dess diameter kan bestämmas till något över 20 cm. Marmorlagrens sluttande yta ger en antydning om att axelns yttersta delar smalnats av. Ett stycke innanför ändarna har träet varit skott med en 4 cm bred metallkrage, som lämnat en djup skåra i den östra stenen. Axelns mittpunkt har legat så mycket högre än stenens golv, att plats funnits att skjuta in urholkade tråklossar under axelns ändar.¹⁹⁹

Det sätt kalkavlagringarna avsatt sig på schaktets östra vägg, tjockast och jämnast längs hjulets omkrets, visar att vi måste ha att göra med ett överfallshjul. Genom att hjulet placerats aningen snett i förhållande till schaktet har de yttersta ca 30 cm av dess omkrets kommit att lämna tydliga spår i form av en rad koncentriska repor i kalkavlagringarna. Härigenom kan man exakt bestämma hjulets diameter (3.24 m) och noga fastställa dess mittpunkt; hjulets bredd uppskattas av Parsons till ca 54 cm - det kan åtminstone inte

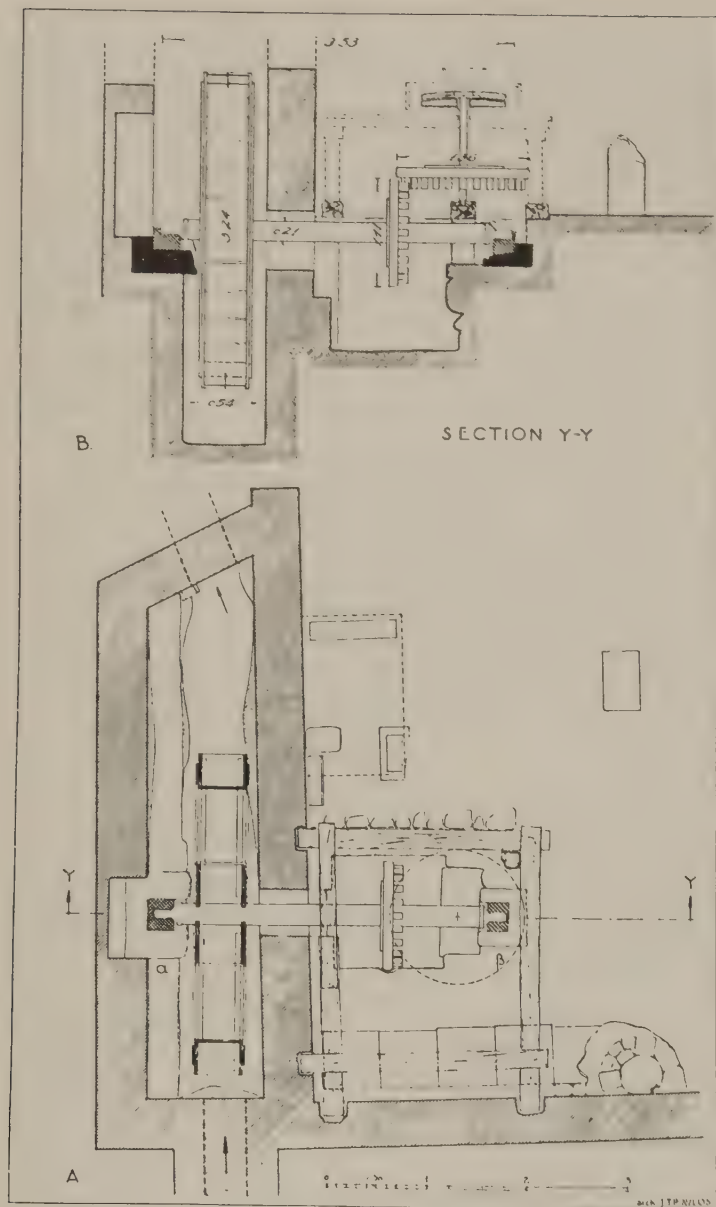


Fig. 8

rekonstruktion av den träplattform på vilken kvarnstenarna måste ha vilat. Det finns inga andra bjälkhål bevarade i väggarna, varför plattformen förefaller ha stått i huvudsak fri, sannolikt för att väggarna inte skulle skadas av vibrationerna.²⁰²

På kvarnkammarens golv påträffades delar av flera kvarnstenar, huggna ur en grov, gråaktig vulkanisk sten. En löpare (b) och en liggare (d) är nästan fullständigt bevarade, medan fragmenten av fyra andra stenar (a, c, e, f) samtliga stammar från löpare; en av dem (a) har en diameter och profil som skulle

ha varit mycket större. Dessutom visar de tydliga märkena efter spikar och utskjutande träplankor, att hjulringen var fäst på ekarnas utsida, inte insidan som så ofta i modern tid.²⁰⁰

På hjulaxeln har varit fäst ett vertikalt kugghjul, vars exakta placering, nästan i mitten av graven, och diameter (1.11 m) kan bestämmas genom att det slitit ett märke i sten och tegel i gravens södra vägg. Märkets djup och skärpa antyder att hjulet varit klätt med ett metallband längs omkretsen, medan kuggarna suttit i rät vinkel mot hjulet. Det horisontella kugghjulet kan också bestämmas, om än inte lika exakt. Det säkert grundade marmorblocket under den östra lagerstenen bör enligt Parsons uppfattning ha haft till funktion att bära upp det lager i vilket den vertikala axeln vilat, och om så verkligen är fallet kan det horisontella kugghjulets diameter bestämmas till ca 1.36 m.²⁰¹

Några stenar i golvet, en rad kvadratiske tegel längs kvarnkammarens södra vägg, tre bjälkhål i de södra och västra väggarna, samt vissa skador kring graven tas av Parsons som utgångspunkt för en

passa väl samman med liggaren. Liggaren har en lätt konvex översida, med orakneliga små kanaler i ett virvelmönster från mitten mot periferien; undersidan är plan. Loparna har konvex undersida för att passa över liggaren, men deras översida kan vara omväxlande konvex, plan eller t.o.m. konvex. Fyra grunda inskränningar på undersidan av mitthålets kant höll seglet på plats. Stenarna är anmärkningsvärt tunna - troligen så hårt slitna att de var på gränsen till oanvändbarhet.

a) Diam 71.6 cm	mitthålets diam 18.6 cm	tjocklek 4.1-6.7 cm
b) Diam 82.4 cm	mitthålets diam 18.0 cm	tjocklek 2.8-3.1 cm
c) Diam ca 72.4 cm	mitthålets diam ca 14.4 cm	tjocklek 3.5-7.2 cm
d) Diam 72.0-74.0 cm	mitthålets diam 13.0 cm	tjocklek 7.0-8.0 cm (?)
e) Diam ca 79.6 cm	mitthålets diam ca 14.6 cm	tjocklek 2.4-3.3 cm
f) Diam ca 74.0 cm	mitthålets diam ca 13.6 cm	tjocklek 5.0-6.5 cm ²⁰³

Kvarnkammarens dimensioner är ca 7.00 x 4.60 m; liksom hjulschaktet har den delvis huggits ned i klippan, men inte så djupt. Tröskelblocket vid rummets nordvästra hörn har skärningar för en dörr som öppnades inåt, och det tycks ha funnits ett litet fönster i väggen över graven, genom vilket möllaren kunde studera sitt hjul. I golvet löper flera vattenledningar och där finns en cylindrisk bassäng, klädd med vattentät cement. Taket var täckt med tegel.²⁰⁴

Möllan ligger på platsen för en tidigare stenlagd väg upp mot Akropolis. Efter den heruliska invasionen år 267 övergavs vägen och täcktes efter hand av jord; när möllan byggdes, låg marknivån 60-75 cm högre. I denna fyllning påträffades stora mängder keramik och åtskilliga mynt. Mynten tillhör huvudsakligen slutet av 300- och början av 400-talet; de yngsta är fyra från Marcianus (455-457) och tre från Leo I (457-474). Då fynden av keramik och terrakotta-lampor ger en likartad bild, kan möllan antas vara byggd under kejsar Leos regering. Den förstördes genom brand, och golvet i kvarnkammaren täcktes av ett upp till 25 cm tjockt kol- och asklager. På det hårda golvet under detta påträffades

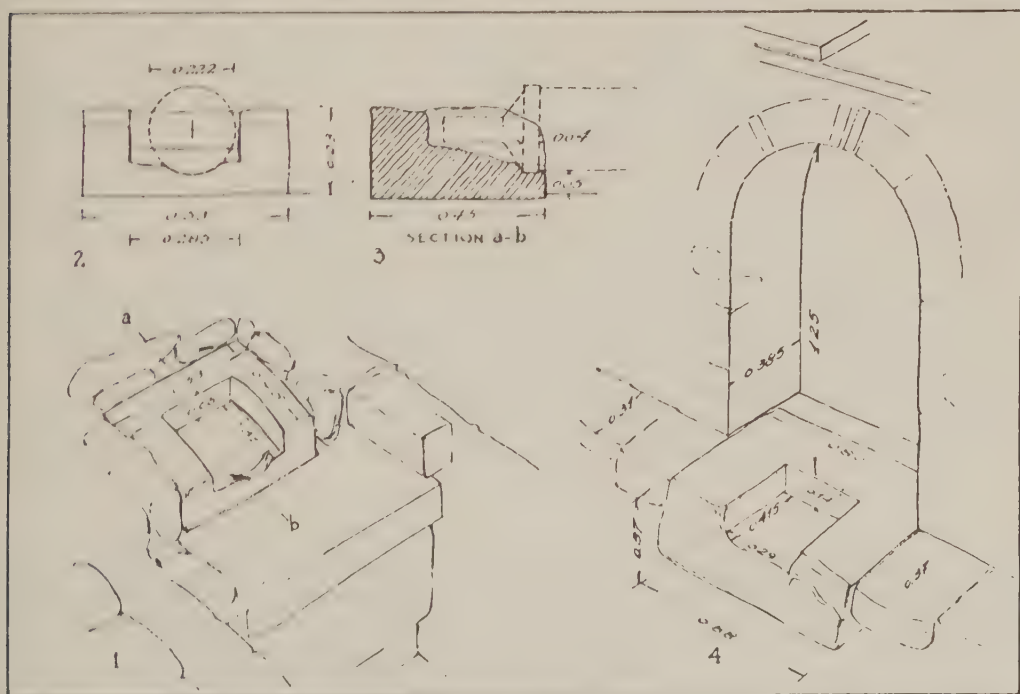


Fig. 9

mer än sju hundra bronsmynt, de allra flesta från 400- och 500-talen; de yngsta är fem från Justinus II (565-578). Förstörelsen av möllan måste dateras till hans regering eller kort därefter och skall kanske sättas i samband med den slaviska invasionen ca 580.²⁰⁵

Med hänsyn till den noggrannhet, varmed Agora-möllan studerats och publicerats av Parsons, är det helt naturligt att hans resultat berörs av praktiskt taget alla som efter honom diskuterat vattenmöllans historia under antiken. Det är heller knappast förvånande att de allra flesta nöjer sig med att utan kommentarer referera Parsons' uppgifter. Kritiska synpunkter och konstruktiva resonemang möter ytterligt sällan och kan sammanfattas som följjer.

Gleisberg ifrågasätter uppgiften att det skulle röra sig om en kvarn med överfallsdrift, inte genom framdragande av några sakliga argument utan endast som en följd av sin ovilja att acceptera existensen av överfallshjul under antiken.²⁰⁶ En närmare granskning av hjulschaktets konstruktion ställer det emellertid enligt min uppfattning utom varje tvivel att Parsons' uppfattning är korrekt.

Då Kiechle daterar möllan till andra hälften av 500-talet, rör det sig uppenbarligen endast om ett skriv- eller tryckfel. På annan plats följer han helt Parsons' dateringar.²⁰⁷

Benoit är den ende som kommit med sakliga invändningar värda närmare beaktande. Han ställer sig undrande till kvarnstenarnas anmärkningsvärda tunnhet: "L'extrême légèreté des meules plates du moulin athénien, qui n'ont que quelques centimètres d'épaisseur pour 0 m. 75 de diamètre environ et dont le rendement était minime, laisse supposer que la lanterne entraînait au moins deux meules."²⁰⁸ Parsons själv går inte närmare in på problemet. Han ser det endast som "an indication surely of the relative simplicity of this establishment" och citerar Homer Thompson, som "makes the suggestion that perhaps the upper stones were weighted by blocks laid on top, thus enabling the miller to economize considerably on millstone."²⁰⁹

Benoits andra invändning gäller uppskattningen av det horisontella kugghjulets diameter till ca 1.36 m. Han anser utifrån tekniska och praktiska hänsyn en utväxling av detta slag vara "peu varisable" och vill här liksom i senare tid se ett kugghjul påtagligt *mindre* än det vertikala.²¹⁰ Faktum är, att just beräkningen av det horisontella kugghjulets diameter verkar vara den punkt där Parsons resonemang är sämst sakligt underbyggt.

Underlaget för beräkningen av det *vertikala* kugghjulets diameter har närmare studerats av Schiøler: "Since the excavation and surveying work in about 1936, a number of bricks have been removed from the site, unfortunately including one that showed signs of wear from the cog-wheel. Luckily, however, there are slight traces in the brick underneath (1969). The traces are so faint that investigators might hardly be prepared to accept that they originated from a wheel, but the brick does, at any rate, show a concave wearing mark. The chord has a length of about 220 millimetres and a maximum depth of curvature of 9 millimetres, which implies a diameter of between 1000 to 1200 millimetres for a cog-wheel."²¹¹ Denna beräkning utgör således en bekräftelse av Parsons' på annat sätt framräknade siffror: 1.11 m.

1:2:28 Athen, Agora III

En tredje vattenmølla "at the extreme north edge of the Agora was utterly destroyed in the making of the Electric Railway in 1891".²¹² Detta uttryckssätt, liksom en exakt inplacering av möllan på en plan över Agora ca 150 m NNV om Agora II,²¹³ ger intrycket att rester av den faktiskt iaktogs i samband med järnvägsbygget. Mot att så skulle vara fallet talar emellertid Thompsons sätt att uttrycka sig i annat sammanhang: "Beyond this point [d.v.s. Agora II] the precious water was carried once more northward in an arched aqueduct that implies the existence of a third mill beyond the present limits of the excavation."²¹⁴

1:2:29 Varaga

En kvarnsten (löpore) från Varaga i Urartu publicerades 1939 av Tseretheli,²¹⁵ som gjorde gällande att den skulle härröra från en vattenmølla. Hans synpunkter refereras av Storck och Teague, från vilka alla som senare nämnt kvarnstenen tycks ha hämtat sina uppgifter.²¹⁶ Ek kommenterar:

"Dateringen av fyndet [700-talet f.Kr.] så som den redovisas hos Storck-Teague - vilka accepterar eller gör dateringen - verkar dock inte helt övertygande och Gleisberg har uttalat en viss skepsis. Tserethelis förmodan att den roterande kvarnstenen skulle tillhöra en vattenkvarn har betvivlats av Storck-Teague. Ett grepp med tre hål i överstenens ovsida visar att det i verkligheten rör sig om en handkvarn. Teoretiskt är det dock möjligt att stenen använts både till skvalta och handkvarn så som ofta varit fallet i Sverige - dock gäller det här större stenar. Den ringa diametern [c:a 46 cm] får sägas utesluta möjligheten av att det rört sig om en hjuilkvarn. Det finns anledning att tills vidare ifrågasätta både dateringen och än mer Tserethelis tekniska attribuering."²¹⁷

Needham anser stenen vara av stort intresse och förklarar att den "if not as old as their -8th- or -7th-century attribution, might well be old enough to serve as the archetypes for both the Chinese and the Roman mills".²¹⁸ Man skall dock hålla i minnet att Needham här diskuterar den roterande handkvarnens historia och inte vattenkvarnens.

1:2:30 Beth-Shean 300/450 e.Kr.

"... millstones of 53-55 cm. diameter ... were discovered in a fourth or early fifth century A.D. layer in excavations at Beth-Shean".²¹⁹

Av sammanhanget framgår att Avitsur utgår från att dessa stenar tillhört vattendrivna kvarnar; någon motivering lämnas dock inte.

1:2:31 Ein Shoqeq 100-talet e.Kr.?

"The earliest remains of a large masonry dam designed to block and raise the water above the level of its spring before its outflow into the stream bed were found at Ein Shoqeq in the Beisan Valley and are dateable to the 2nd cent. AD."²²⁰

Även om det inte uttryckligen påpekas, framgår av sammanhanget att dammbyggnaden stått i samband med kvarnar.

1:2:32-36 Farod I-V 400/500-talet e.Kr.

"In most cases where a drop of 12-13 meters or more could be exploited a series of mills was built on two or even three levels. ... An interesting example of this type of interlinked mills is at Farod, dating back to the 5-6 cent. AD. The mills are built directly below each other on a hill-slope (vertical height 20-21 meters), so creating a "cascade" of mills. The same water source also supplied water for two further mills on another slope of the hill. Yet all these mills could be operated only in winter, since the flow in summer ... was often very scanty."²²¹

1:2:37 Ma'agan Michael 250/300 e.Kr.?

"A classic example of an ancient water mill which utilized the available water power to the full is the mill on the Taninim (Crocodile) rivulet near Ma'agan Michael. Here was a grandiose system of installations. First a dam running 1.27 km in length which confined the water rising from the Kabara swamps and diverted it to the bed of the rivulet; the dam was also one end of an enormous pool which during heavy rainfalls turned into a real lake. A second dam measuring 175 meters in length was built across the rivulet (it was also used as a bridge, as it rises 7 meters above the stream bed), and the water was

released through its sluices into the chutes of the mills built on its other side. This plant, first built at the end of the 3rd cent. AD to supply flour to the famed city of Caesarea Maritima, continued to function until the end of 1922 ...

This dam provided the water power for eleven wheels, i.e. eleven pairs of millstones. At the outlet of one of its sluices, on the small platform between the dam wall and the beginning of the chute and in front of the valve regulating the water flow, two semicircular walls blocked at the end leading to the chute were built up. The aim was to force up yet again the level of the water before it dropped into the chute. This arrangement might be called a 'semi-arubah' ... and it represents the first transition to the arubah penstock mill.²²²

Anläggningens anmärkningsvärt långa livslängd (ca 1700 år) ger skäl till en viss försiktighet vid bedömningen av denna beskrivning, som uppenbarligen baserar sig på kvarnarnas utseende och funktion i modern tid. Visserligen menar Avitsur att "the mill underwent no substantial changes from the time of its construction until its closure", men tilltron till hans omdöme härvidlag minskas då han bl.a. hävdar att "the same ... wooden water wheels continued in use throughout".²²³

Förutsättningen att den moderna anläggningen är i stort sett identisk med den antika ligger också till grund för Avitsurs beräkningar av kvarnarnas effekt och kapacitet. Om dessa, se närmare nedan, kapitel 2:4.

1:2:38 el Qabu

"... an example of this [d.v.s. en 'semi-arubah'] can be seen today in the remains of another ancient mill, near el Qabu on the Tsalmouk brook".²²⁴

1:2:39-41 Wâdi Fejjâs I-III

"About one kilometre west of H. Manşûrah [= Hîrbet el-Manşûrah], also on the northern bank of the Wâdi Fejjâs, there is a ruined Roman mill in the midst of the gorge. ...

There is a second mill on the southern bank of the wadi about 150 m west of the first one. ...

On the northern bank, opposite this mill, but on a higher level, runs the course of the Roman aqueduct, which begins only a little northwest of the mill. ... Further on, about 150 m westwards on the northern bank, very near the bottom of wadi, there stands a quadrangular mill-tower with a round hollow inside it. Fifty metres higher up, westwards, stands a wall-corner of the same type, 4 m in height. The Arabs say the reservoir was here, from which the great aqueduct to Tiberias began. But it lies lower than the aqueduct itself, and therefore could not serve as a reservoir to collect the water from the many springs for the aqueduct. Consequently, it seems rather to have been part of the mill-system.²²⁵

I fråga om alla tre möllorna framgår det att akvedukten påträffats i omedelbar närhet, men Saarisalo gör ingenstans klart huruvida kvarnarna drivits av vatten från denna, från källor eller från själva wadin.

1:2:42 Wâdi Šerrâr

"On the northern bank of Wâdi Šerrâr, about 100 m west of the junction of the wadies [d.v.s. Wâdi eš-Šerrâr och Wâdi Sirîn], there lies a ruined Roman mill. Of the mill itself only some traces of the square foundations are to be seen, but the long wall, which in the end nearer to the wadi is about 4 m high, is in a good state of preservation."²²⁶

Saarisalo förklarar inte uttryckligen att det rör sig om en vattenmølla, men dess placering, liksom den långa muren (del av en fördämning?) gör detta sanno-

likt. Avi-yonah ger intrycket att denna mölla skulle vara identisk med en av de tre i Wādi Fejjās,²²⁷ men Saarisalos beskrivning ger knappast skäl att anta detta.

1:2:43 Yarkon

100-talet e.Kr.?

"Also belonging to the same period [2nd cent. AD] are several foundation remnants of the Yarkon mills, especially of the first nearest the springs, which could hardly have been designed to utilize the river's full capacity."²²⁸

1:2:44 Chemtou

200-talet e.Kr.

"On the left bank immediately downstream from the bridge beyond its guard-wall, and level with the river, is a structure with a system of channels, locks, and sluices. No doubt it was designed to drive wheels for some industrial or agricultural purpose. Water was provided by a penstock that brought the water from well upstream down towards a series of reservoirs whence it was piped off by a conduit to the area."²²⁹

Genom en ca 6 m lång, kilformig kvarnränna, försedd med en dammlucka, ledde vattnet tangentiellt fram till en cylindrisk vattenreservoar, drygt 2 m djup och ca 90 cm i diameter. I dess botten har suttit ett horisontellt vattenhjul, och i sin helhet har anläggningen fungerat som en skvaltkvarn - med det viktiga undantaget att vattnet inte som normalt sprutat ut mot hjulets skovlar utan utgjort en över hjulet stående, roterande vattenpelare, som genom sin tyngd och rotation fått hjulet att snurra då vattnet strömmade ut. Funktionen är att jämställa med en turbin.

Inga fragment av kvarnstenar har påträffats, men ett lodrätt hål vid sidan av reservoaren, avsett för den stång som reglerade löparens läge i förhållande till liggaren, visar att vi har att göra med en mjölkvarn och inte en industriell anläggning förbunden med stenbrotten på platsen. Kvarnen dateras utifrån byggnadstekniska kriterier till 200-talet.²³⁰

1:3 ANTIKA AVBILDNINGAR

1:3:1 Vitruvius

Det är en ganska vanlig uppfattning att Vitruvius' beskrivning av underfallsmöllan (1:1:6) varit beledsagad av en förklarande ritning, som nu gått förlorad.²³¹ Gleisberg menar t.o.m. att illustrationerna i de äldsta italienska och tyska Vitruvius-utgåvorna (1511 respektive 1548) skulle vara baserade på vid denna tid ännu bevarade handskriftsillustrationer,²³² men det finns ingenting som talar för att så skulle ha varit fallet.

1:3:2 Rom, Coemeterium maius

250/300 e.Kr.?

En väggmålning i denna katakomb avbildande ett vattenhjul i röd färg mot ljus botten beskrevs första gången 1917 av A. Profumo.²³³ En teckning (baserad på ett fotografi) publicerades av Schiøler 1973,²³⁴ men en vetenskaplig publikation saknas fortfarande (Fig. 10).

Hjulet har en diameter av 64 cm och är uppenbarligen målat med hjälp av passare. Hjulaxeln är cirkelrund i genomskärning, och från den utgår sexton helt symmetriskt placerade ekrar. Ytterst sitter trettio två kraftigt snedställda skovlar, vilkas utformning talar direkt emot Needhams uppfattning att hjulet



Fig. 10

omgivande landskapsteckning och ger i sig små möjligheter till en datering utifrån stilistiska grunder, men av allt att döma är det målat i direkt sammanhang med den genrescen som pryder arcosoliet omedelbart till höger om hjulet. Denna finns publicerad av Wilpert och daterades av honom till slutet av 200-talet.²⁴⁰

1:3:3 Utica

300-talet e.Kr.

En mosaik från Utica i Bardo-museet i Tunis (Inv.no. 2984) beskrivs på följande sätt i museets katalog:

"En haut de la mosaïque, entre deux monticules, se dresse une tour carrée, construite en pierres de taille, d'où s'échappe un ruisseau qui passe sous un pont; il s'agit, peut-être, d'un moulin à eau ou d'une fontaine. ... IV^e siècle ap. J.C. (Utique)."²⁴¹

Illustrationen är av mycket dålig kvalitet, men den ger ändå en klar antydning om att frågan knappast kan få ett definitivt svar ens genom studium av mosaiken själv. Det kan möjligen röra sig om en vattenmølla (i så fall med hjulet inne i kvarnhuset), men troligare är att byggnaden haft en annan funktion.

1:3:4 Konstantinopel I

450/500 e.Kr.?

Åren 1935-1938 frilade en expedition från St. Andrews University stora delar av en väldig golvmosaik i det tidigbyzantinska kejsarpalatset i Konstantinopel, vilken nu finns att se *in situ* i ett litet museum som byggts upp omkring den. Bland de många figurscenerna finns bl.a. en framställning av en byggnad med ett stort vattenhjul (Fig. 11), som gavs en preliminär presentation i ord och bild av Brett redan 1939;²⁴² för den slutliga publikationen svarade samme författare åtta år senare:

skulle vara "clearly under-shot".²³⁵ Möjligheten finns, som Schiøler påpekar, att vi har att göra med en "water-lifting machine",²³⁶ men med all sannolikhet rör det sig snarare om ett överfallshjul - i synnerhet om Profumo har rätt i sin uppfattning att några penseldrag i mörkare färgton ovanför hjulet skulle avbilda fallande vatten. Skäl finns visserligen att ställa sig tvivlande härtill,²³⁷ men identifikationen med en överfallsskvarn är inte helt avhängig av denna fråga.²³⁸

Den ende som alls försöker placera målningen i tiden är Schiøler, som ger en tentativ datering till 200-talet, uppenbarligen främst baserad på det faktum att åtskilliga andra målningar i katakomben anses tillhöra denna tid.²³⁹ I och för sig skulle samma argument kunna anföras också för följande århundrade, men det finns ändå anledning tro att Schiøler har rätt. Hjulet framställs helt isolerat utan

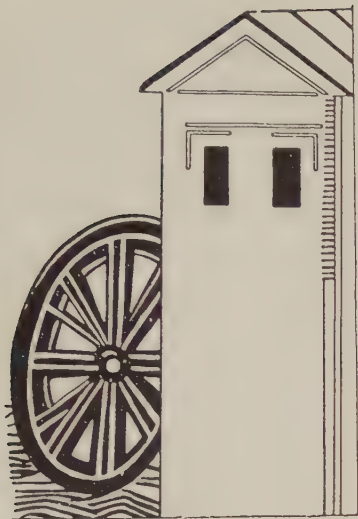


Fig. 11

"A water-mill ...; it is an ordinary house, with part of a mill-wheel seen at the end. The side wall is shown by dark green and black chequering; the end wall in shades of brown, with outlines of three shadows. The first is the shadow of the roof, the second of the top of the wheel; the third is possibly intended for the shadow of the nearer side of the wheel. The roof is of red tiles, outlined in darker red.

The wheel is at an impossible angle to the wall; three-quarters of it are seen, with four large and eight smaller spokes; the levels are shown on the side nearer to the house. The wheel is undershot, and stands in a narrow stream. On the nearer side of the stream a path leads to a group of large plants.

Height of the mill 102 cm.: of the wheel 63 cm."²⁴³

Inom kvarnlitteraturen refereras ofta Bretts preliminärrapport,²⁴⁴ men icke i något fall den slutgiltiga publikationen. Inte heller bidrar någon med några ytterligare synpunkter utöver dem som möter hos Brett, så när som på Schiøler, som menar att det inte utan vidare kan tas för givet att mosaiken föreställer "the waterwheel for a mill, but it could just as well be a hydraulic noria lifting water to the top floor of a house". I sak har Schiøler rätt, men han gör själv inga försök att förklara meningen med en sådan anordning, varför identifikationen med en vattenmølla trots allt förefaller troligast.

I den andra delen av grävningspublikationen analyserar Talbot Rice arkitekturmotiven på den stora mosaiken:

"These occur in the main floor in several instances, and represent buildings of classical type, such as arches, tholoi or fountains ..., and sometimes also structures of a more everyday character, like the water-mill ... The former follow more or less set types, which were repeated over many centuries with only very minor variations; ... The water-mill, on the other hand, is more spontaneous and reflects the very keen interest in natural subjects which all these mosaics show. It would seem almost to be a study from nature, and is particularly vivid and delightful."²⁴⁵

Mosaikens datering är omtvistad. Brett menade att stratigrafiska omständigheter skulle ge en terminus post quem ca 400/410 och att såväl arkeologiska som stilistiska hänsyn motiverade en datering till Theodosius II:s regering (408-450), snarast då dess förra hälft.²⁴⁶ Denna datering har kritiklöst anammats inom kvarnlitteraturen, men den initierade bland konsthistoriker en häftig debatt som noga refereras av Talbot Rice.²⁴⁷ Några forskare ifrågasatte Bretts terminus post quem och ville höja dateringen till andra hälften av 300-talet, medan betydligt fler ville sänka den till senare hälften av 400- eller t.o.m. till 500-talet. Talbot Rice diskuterar själv de stilistiska problemen i detalj; hans slutsatser är delvis oklart formulerade men torde kunna sammanfattas så, att golvet med säkerhet har lagts mellan 400 och 550, troligast 450/500.²⁴⁸ Den sistnämnda dateringen är också den som oftast möter i modernare litteratur.

1:3:5 Konstantinopel II

450/500 e.Kr.?

I sin beskrivning av golvmosaikerna från kejsarpalatset i Konstantinopel talar Grabar om vattenmøllor ("moulins à eau") i pluralis, och av bildtexten till en av hans figurer framgår, att han anser också en annan arkitekturscen än

än den vanliga (1:3:4) föreställa en vattenmølla.²⁴⁹ Denna scen påträffades först under de kompletterande utgrävningarna 1952-1954 och publicerades av Talbot Rice år 1958:

"A Building ... The building is buff above; below are two arched openings in black, from the bottoms of which water gushes out into a pool below. The moving water is in grey and green, the still water of the pool is blue, green and grey. On the top of the building is a circular tower with overhanging conical roof. Beside the building is a luxuriant tree, and to the right is an arch in brownish red, shaded in black."²⁵⁰

Identifikationen av anläggningen som en vattenmølla kan inte uteslutas.²⁵¹ Det måste i så fall röra sig om vattenutsläppet från en kvarn med vattenhjulet dolt inne i själva kvarnbyggnaden. Sådana är inte ovanliga i senare tid, men det tycks mig ändå rimligare att se anläggningen som en fontän eller dylikt.

1:4 F O R S K N I N G S Ö V E R S I K T

Studiet av antikens vattenmøllor kan i viss mån sägas gå tillbaka till 1500-talet, då man i ett antal texteditioner av Vitruvius försökte i bild uttolka hans beskrivning av underfallsmøllan (1:1:6); Fra Giocondo och andra renässansarkitekter hör till dem som diskuterat oklarheter i Vitruvius' text.

Under de båda följande århundradena publicerades en rad verk om olika slags kvarnar och deras historia. Betydelsefullast av dessa var Iohannes Heringius' *Tractatus de molendinis eorumque jure* (1663), en viktig materialsamling som emellertid inte utan fog beskrivits som "ein sehr unordentliches Buch, welches gedultige Leser verlangt".²⁵²

Heringius' verk citeras ännu av flera 1900-talsforskare, men det första arbete som faktiskt är värt att studeras än i dag är Beckmanns. Johann Beckmann gav mellan 1784 och 1805 ut sina *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen* i fem band, av vilka det andra (1788) innehåller ett längre parti (pp.1-68) om kvarnarnas historia. Av de 37 litterära belägg jag anför ovan, kapitel 1:1, behandlade Beckmann så många som femton, och hans inflytande på forskningen kan knappast överskattas. Beckmann kände naturligt nog inga arkeologiska belägg för antika vattenmøllor, och hans framställning baserar sig helt på de litterära, vilka han på det hela taget ger en sansad bedömning. I sin syntes försöker han fastställa när vattenmøllan slog genom på allvar och anledningen till dröjsmålet. Han behandlar vattenregalets uppkomst och diskuterar skeppsmøllans för- och nackdelar, men berör annars inte alls tekniska frågor: skvaltans existens nämns överhuvudtaget inte, och lika lite skiljer han mellan hjulkvarnar med överfalls- och underfallsdrift.

Hugo Blümmers *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern* (1875; 2.uppl. 1912) utgör jämförd med Beckmann ett värtaligt exempel på 1800-talets framsteg inom antikforskningen. Avsnittet om vattenkvarnar är tämligen kort (pp.45-49) och omfattar huvudsakligen en genomgång av viktigare textställen, som nu presenteras i en språkligt acceptabel form. Intressant är, att inskriftsmaterialet här för första gången tas i beaktande - ett resultat av det sedan 1862 pågående arbetet med *Corpus Inscriptionum Latinarum*. Syntetiskt har Blümmers dock ingenting nytt att bidra med.

L. Lindets *Les origines du moulin à grains* (1900) diskuterar vattenmøllan endast på ett par sidor (pp.36-41) och saknar nästan helt intresse vad den antika

utvecklingen anbelangar. Han nämner inte något litterärt belägg som inte förekommer hos både Beckmann och Blümner, och även om han i motsats till dessa tar upp tekniska synpunkter är detta på ett alltför allmänt plan för att vara av egentlig betydelse.

Mot denna bakgrund är det knappast ägnat att förvåna, att Richard Bennetts och John Eltons *History of corn milling*, Vol. I-IV (1898-1904) kom att få den betydelse den faktiskt fick - och i viss mån fortfarande har. Här är Vol. II (1899) helt ägnad åt vattenmøllor och väderkvarnar. Ser man uteslutande till de behandlade textställena, skiljer sig boken endast på ett par punkter från vad redan Beckmann och Blümner hade att andraga, men i andra avseenden representerar Bennetts och Eltons verk något helt nytt. Textkällorna återges inte bara in extenso, något som i stor utsträckning skett redan tidigare; de presenteras även i översättning, så mycket viktigare som vattenmøllans historia i stor utsträckning studerats av tekniker och ingenjörer med ringa eller ingen insikt i de klassiska språken. Tyvärr använder sig emellertid Bennett och Elton ofta av föräldrade texteditioner,²⁵³ och därtill framgår det tydligt att deras kunskaper i latin och grekiska är begränsade²⁵⁴ - faktorer som avsevärt minskar textsamlingens värde. Av särskild betydelse är Bennett och Elton när det gäller det tidigmedeltida materialet, genom att de dels långt noggrannare än tidigare presenterar de germanska folkrätternas evidens, dels tar upp åtskilligt tidigare obehandlat urkundsmaterial, såväl engelskt som franskt. Ganska stort utrymme ägnas vidare det irländska källmaterialet, som inte tidigare förekommit i handböckerna. Boken diskuterar även arkeologiska fynd, även om det är tvivelaktigt huruvida något av de exempel de anför verkligen stammar från romersk tid. Diskussionerna om vattenmøllans uppfinning, spridning och genombrott ägnas mycket utrymme och är, även om de till stor del visat sig bygga på felaktiga premisser, inte helt utan värde. Bennetts och Eltons största förtjänst torde vara det ingående intresse de ägnat åt tekniska aspekter, noggrant särskiljande av de tre huvudtyperna av vattenmøllor, samt dessas respektive funktion. Boken ligger i större eller mindre grad till grund för praktiskt taget allt som senare skrivits i ämnet.

P.W. Joyces *A social history of ancient Ireland* (1903; 3.uppl. 1920) ägnar ett helt kapitel åt kvarnar och malning (Vol. II, pp.330-348), och en stor del av detta behandlar vattenmøllan. På grundval av det omfattande arbete som under senare delen av 1800-talet lagts ned av Whitley Stokes och andra för att publicera den fornirländska litteraturen, kunde Joyce lämna en fyllig redogörelse för de litterära beläggen om tidiga vattenmøllor på Irland. Trots det allmänna intresse han ägnar de arkeologiska fynden, har han dock ingenting att visa upp som är av värde i detta sammanhang.

Carl Koehnes *Das Recht der Mühlen bis zum Ende der Karolingerzeit* (1904) har tyvärr inte rönt den uppmärksamhet inom senare kvarnlitteratur som den förtjänar. Boken behandlar främst den tidigmedeltida utvecklingen, men är av viss relevans också för senare delen av den här aktuella perioden. Koehne var rättshistoriker och sammanfattar, på många punkter starkt kritiskt, 1800-talets diskussion om vattenmøllornas juridiska konsekvenser. De germanska lagarnas vittnesbörd citeras redan av Beckmann, Lindet och framför allt Bennett-Elton, men först hos Koehne möter vi en inträngande analys. Lika viktigt är att Koehne illustrera sina slutsatser med exempel ur en rad helgonlegender, som just blivit tillgängliga för forskningen i moderna texteditioner genom utgivandet av *Monumenta Germaniae Historica, Scriptores rerum merovingicarum*, Vol. III-IV (1896, 1902). Främst behandlar dessa en senare period, men två för förståelsen av vattenmøllans historia även före år 500 ytterst viktiga texter (I:1:29,35) ingår i dessa volymer. Koehnes stora tes är hans energiska tillbakavisande av den äldre uppfattningen att tidigmedeltidan vattenkvarnar i stor utsträckning skulle ha varit i kollektiv ägo snarare än i enskild. Koehnes intressen är den juridiska och i viss mån den ekonomisk-sociala utvecklingen; tekniska aspekter berör han endast sällan och då i förbigående.

Abbott Payson Ushers *A history of mechanical inventions* (1929; 2.uppl. 1954) behandlar vattenmøllor och våderkvarnar i sitt sjunde kapitel (pp.161-186). Boken innehåller intressanta tekniska synpunkter om förutsättningarna för vattenmøllans uppfinning och dess funktion, samt inte minst en nyttig skepsis mot Bennetts och Eltons bestämda hävdande av skvaltans historiska prioritet. När det gäller de antika textbelägen, är det tyvärr uppenbart att författaren endast känner dem i andra hand och i översättning, något som allvarligt minskar värdet av hans analyser. Inom den tidigmedeltida utvecklingen ägnas stort intresse åt de iriska lagarna, som dock dateras ohållbart tidigt, samt åt de tidiggermanska, där Usher tagit viktiga intryck av Koehnes forskning.

Franz M. Feldhaus' *Die Technik der Antike und des Mittelalters* (1931) berör vattenmøllans historia på ett flertal ställen. Genom att framställningen är strikt kronologisk finns uppgifterna spridda över hela boken och författarens möjligheter till en meningsfull syntes blir små. Därtill kommer att Feldhaus i denna skrift, liksom i sina övriga, i anmärkningsvärt hög grad förlitar sig till obevisade och obevisbara påståenden. Antika författare åberopas för uppgifter de inte lämnar, och vad de faktiskt säger utnyttjas ofta som grund till rena fantasikonstruktioner.

Marc Blochs *Avènement et conquêtes du moulin à eau* (1935) är en viktig artikel, även om dess betydelse inte är fullt så stor som senare handbokslitteratur velat tillmäta den. Blochs intresse ligger främst på den högmedeltida utvecklingen, och han baserar sig liksom de flesta tidigare författare uteslutande på litterära evidens. Antiken behandlas mest i förbigående, och resonemangen påverkas ibland negativt av de många felaktiga dateringarna. För den tidigmedeltida utvecklingen är författaren nästan helt beroende av Koehne, något som uppenbarligen förbisets av de flesta senare forskare, för vilka Koehnes verk i allmänhet inte är bekanta.²⁵⁵

Det är värt att lägga märke till, hur fullständigt kvarnlitteraturen före det andra världskriget baserar sig på litterära evidens. Först under det halva decennium som följde på publicerandet av Blochs artikel möter vi i större omfattning publikationer och diskussioner av relevant arkeologiskt material. Dock förekommer enstaka äldre exempel, även om de inte på något sätt avspeglas i handböcker o.dyl.

Redan år 1880 påträffades och identifierades delar av kvarnanläggningarna på Janiculum i Rom (1:2:22), som publicerades av A.W. Van Buren, *The Aqua Traiana and the mills on the Janiculum* (1917). Denna publikation behandlar främst själva akvedukten. Beträffande møllorna är den ytterst kortfattad, ger i själva verket endast en resumé av Lancianis anteckningar från friläggandet, och besvarar endast ett fåtal av de många frågor som reser sig.

Kortfattade notiser om vattenmøllan under Caracallas thermer i Rom (1:2:21) har varit forskningen till ännu mindre nytta, och det var först genom A.W. Parsons' *A Roman water-mill in the Athenian Agora* (1936) som en verkligt användbar beskrivning av en antik vattenmølla (1:2:27) publicerades. I text och bild ges en övertygande presentation och rekonstruktion av møllan, och genom artikeln i fråga fördes våra kunskaper om de tekniska aspekterna ett stort steg framåt. Agora-møllan möjliggjorde inte bara en noggrann uppmätning av större delen av kvarnverket; den kom därtill att utgöra ett avgörande argument för överfallsmøllans existens under antiken, och den kunde åberopas som stöd för en mindre omhuldad läsart i ett omtvistat ställe av Vitruvius' text (1:1:6).

Det redan 1908 framgrävda vattenhjulsavtrycket från Venafrum (1:2:25) publicerades ursprungligen av F.M. Feldhaus, *Ahnen des Wasserrades* (1936), men först genom Luigi Jaconos *La ruota idraulica di Venafrò* (1938) gavs det en acceptabel presentation, som också omfattar intressanta beräkningar av hjulets potentiella effekt.

G. Brett, *Byzantine water-mill* (1939) behandlar den efter vad man då trodde enda kända avbildningen av en antik vattenmølla (1:3:4). Den allmänna diskussionen ger dock ingenting nytt.

Fernand Benoits *L'usine de meunerie hydraulique de Barbegal (Arles)* (1940) utgör ett välkommet komplement till Parsons publikation av Agora-møllan fyra år tidigare. Benoits skrift saknar tyvärr den detaljerade ritningsdokumentation som möter hos Parsons, men den ingående beskrivningen ger ändå en god bild av den unika anläggningen i Barbegal (1:2:17). Av författarens diskussioner i övrigt förtjänar särskilt framhävas hans kommentarer till Parsons, som innehåller flera viktiga påpekanden.

E.C. Curwens *The problem of early water-mills* (1944) har som enda egentliga syfte att hävda skvaltans historiska prioritet framför hjulkvarnen. Curwen tar på många punkter upp argument och tankar som framförts redan av Bennett och Elton, men driver tesen kraftigare och försöker fastställa omfattningen av skvaltans spridning över den gamla världen. Framställningens värde förringas dock allvarligt av Curwens vårdslöshet vid den språkliga analysen av de litterära källorna, liksom av logiska felslut och ideligt framkastande av obevisade påståenden. Av de arkeologiska fynden nämner han endast Agora-møllan. Artikelnen har tyvärr okritiskt accepterats av åtskilliga senare forskare, varigenom diskussionen om kvarntyperna allvarligt snedvridits.

De redan mellan 1860 och 1924 påträffade vattenmøllorna vid Hadrianus' vall (1:2:2,5,12) kom till allmänna kännedom först genom den tionde upplagan av Collingwood Bruces och Ian Richmonds *Handbook to the Roman Wall* (1947). Uppgifterna där är emellertid tämligen kortfattade och på åtskilliga punkter otillförlitliga.

C.L. Saguis *La meunerie de Barbegal (France) et les roues hydrauliques chez les anciens et au moyen age* (1948) är av intresse främst för en ingående studie av Barbegalanläggningens (1:2:17) effekt och konsekvenserna härav vid en bedömning av dess syfte och funktion. I artikelns senare del argumenterar Sagui för en långt driven industrialisering under antiken, med vattenkraftsdrivna olivkvarnar, valkmøllor, osv. - dock utan att försöka sakligt underbygga sina påståenden.

Axel Steensbergs *Bondehuse og vandmøller i Danmark gennem 2000 år* (1952) innehåller bl.a. (pp.52-60, 294-298) beskrivningen av vad som enligt författaren är två danska skvaltmøllor från tiden kring Kristi födelse (1:2:15). Steensberg ansluter sig till den vitt spridda uppfattningen om skvaltans historiska prioritet och ser sina egna fynd som bekräftelse på denna tes, dock utan att framlägga övertygande argument för identifikationen av sina fynd.

J. Storcks och W.D. Teagues *Flour for man's bread. A history of milling* (1952) behandlar den antika och tidigmedeltida utvecklingen ytterst kortfattat, diskuterar endast ett mycket begränsat antal textbelägg och av de arkeologiska endast Agora-møllan (samt det tvivelaktiga fyndet från Urartu, 1:2:29). Tyngdpunkten ligger på tekniska frågor, där författarna gör flera viktiga observationer. I kontroversiella frågor som skvaltans eventuella prioritet intar de en försiktig hållning med sansade synpunkter.

Bertrand Gilles *Le moulin à eau. Une révolution technique médiévale* (1954) citeras med uppskattning av åtskilliga senare författare. Beträffande utvecklingen före högmedeltiden utgör skriften dock endast en version, ofta ordagrann, av Bloch och saknar följaktligen intresse.

R.J. Forbes' *Studies in ancient technology*, Vol. II (1955) berör vattenmøllan och de problem som är förknippade med den i förbigående i kapitlet om "Irrigation and drainage" (pp.38-40), men framför allt i kapitlet "Power" (pp.78-125), som till största delen ägnas vattenkvarnens historia. Skriften är full av referenser till såväl antik som modern litteratur, men källhänvisningarna är så ofta felaktiga eller otillförlitliga, att de måste utnyttjas med stor försiktighet. Också de diskuterande partierna innehåller mycket tvivelaktigt

gods, men analysen av anledningarna till vattenmöllans förment sena genombrott är av intresse, då den är den mest uttömmande som förekommer. Forbes har förtjänsten att som den förste av handboks författarna ta upp de arkeologiska fynden i större omfattning (dock anmärkningsvärt nog ej Barbegal och Janiculum). En obetydligt reviderad version av partiet om vattenmøllan trycktes 1956 i *A History of technology*, Vol. II, pp.589-622.²⁵⁶

H. Gleisbergs *Technikgeschichte der Getreidemühle* (1956) behandlar som titeln anger nästan uteslutande tekniska aspekter på vattenmøllans historia. Den antika utvecklingen diskuteras mycket kortfattat, och författaren känner de antika beläggen, litterära såväl som arkeologiska, endast i andra hand, genom äldre handbokslitteratur. I ganska stor utsträckning baserar han sig t.o.m. på Beckmann, och hans analyser är på det hela taget av ringa intresse. Påfallande är hans ovilja att acceptera överfallsdrift under antiken, vilken t.o.m. leder honom att ifrågasätta att Barbegal- och Agora-møllorna haft sådan.

Ludwig Alfred Moritz' *Grain-mills and flour in classical antiquity* (1958) diskuterar vattenmøllan i synnerhet i kapitlen XV ("The geared mill", pp.122-130) och XVI ("Water-mills", pp.131-139). Bokens främsta förtjänst är att den, genom en förutsättningslös analys av arkeologiska och litterära evidens för den roterande kvarnens historia, för första gången lyckas klarlägga tidpunkten för och omständigheterna kring dennas uppkomst och tidiga utveckling - i sin tur av grundläggande betydelse för förståelsen av vattenmøllans tillkomst. Likaså är Moritz' studie av kvarnfynden från Saalburg av stor vikt vid en bedömning av den vattendrivna kvarnens genombrott. Det kapitel Moritz direkt ägnar vattenmøllan är av förhållandevis mindre betydelse, men det hör icke desto mindre till det bästa som skrivits i ämnet. Anmärkningsvärt är att Moritz, i motsats till tidigare handböcker, tar fasta på de rika fynden av vattenmøllor från det romerska Britannien, viktiga för såväl de tekniska som de rent historiska aspekterna.

Shmuel Avitsurs *On the history of the exploitation of water power in Eretz-Israel* (1960) innehåller viktiga upplysningar om utvecklingen i författarens hemland, men artikelns värde minskas avsevärt av bristen på konkreta beskrivningar av påträffade kvarnrester. Avitsurs diskussioner om vattenmøllans uppkomst grundar sig alltför påtagligt på chauvinistiska hävdanden att den skulle stamma just från Palestina för att kunna tas riktigt på allvar. I en senare artikel (Avitsur 1969) upprepar Avitsur sina synpunkter på møllans ursprung, men ger något klarare upplysningar om fynden av antika vattenmøllor i Palestina.

Lynn Whites *Medieval technology and social change* (1962) behandlar vattenmøllans historia i sitt tredje kapitel ("The medieval exploration of mechanical power and devices"). Han tar upp ett mycket begränsat antal litterära och arkeologiska belägg, och hans synpunkter på mjölkvarnens uppkomst och utveckling är föga originella. Intressantast är det förhållandevis långa avsnitt som diskuterar andra användningsområden för vattenkraft, innan den högmedeltida utvecklingen tar sin början kring 1000 e.Kr. White tillbakavisar med rätta flera av de argument som helt grundlöst dragits fram för sådana användningsområden under antiken, men tenderar att driva sin negativism på denna punkt alltför långt.

Sven B. Eks *Väderkvarnar och vattenmøllor* (1962) behandlar främst den högmedeltida och senare utvecklingen i Sverige, men i dess tredje kapitel ("Kvarntypernas historia i Europa", pp.49-81) ges en översikt över vattenmøllans historia under antik och tidig medeltid. Ek känner beläggen, litterära såväl som arkeologiska, uteslutande i andra hand, genom äldre handbokslitteratur, varför hans analys av dem är av ringa intresse. Av desto större betydelse är emellertid hans mera tekniska resonemang, i synnerhet en ingående och delvis förödande kritik av Crwens och andras ogrundade försök att hävda skvaltans historiska prioritet.

Volym IV:2 av Joseph Needhams monumentala *Science and civilisation in China* (1965) behandlar "mechanical engineering" och ägnar åtskilligt utrymme åt vattenkraftens användning. Tyngdpunkten ligger självfallet på utvecklingen i Kina, men Needhams långtgående insikter i relevant parallellmaterial över hela den eurasiska kontinenten gör boken oundgänglig också vid studiet av den europeiska vattenmöllans historia. Needham intresserar sig främst för de teknikhistoriska aspekterna, där förhållandena i Kina inte sällan kan verka klagörande.

Franz Kiechles *Sklavenarbeit und technischer Fortschritt im römischen Reich* (1969) diskuterar tekniska framsteg i allmänhet, som grund för ett ställningstagande i den långa diskussionen om det antika slaveriets eventuella betydelse för teknisk stagnation. Vattenmöllan berörs på olika ställen, men speciellt i kapitel III:1 ("Die Erfindung und Verwendung der Wassermühle", pp.115-130), som hör till det viktigaste som skrivits i ämnet. Kiechles synpunkter är i allmänhet välgrundade och i många fall klagörande. Han är starkt kritisk mot många av de sakligt omotiverade påståenden, som utgör allmängods i större delen av kvarnlitteraturen. På ett antal för hans diskussion mindre centrala punkter har han dock själv okritiskt accepterat liknande felaktigheter. Förutom egna synpunkter på slaveri/teknik-problematiken lämnar han en ovärderlig sammanfattning av den äldre debatten i ämnet.

E. Marōtis *Ueber die Verbreitung der Wassermühlen in Europa* (1975) blev mig tyvärr bekant på ett så sent stadium av mitt arbete, att jag kunnat utnyttja den enbart i begränsad utsträckning. Marōti diskuterar vattenmöllans historia fram till karolingisk tid och ger en bättre underbyggd framställning av dess spridning än någon före honom. Mest anmärkningsvärd är härvid hans slutsats att vattenmöllan skulle ha fått sitt genombrott redan tidigt i Gallien, men först långt senare blivit av betydelse i andra delar av Medelhavs-världen. Författaren känner en stor del av de litterära beläggen, som återges in extenso på originalspråken, men av de arkeologiska endast de oftast anförda: Barbegal, Janiculum, Venafrum, Agora II (1:2:17,22,25,27) samt Konstantinopel I (1:3:4). Med hänsyn härtill är det naturligt att han ägnar ytterst ringa intresse åt tekniska frågor. Hans synpunkter på de antika textställena är däremot ofta värda att beaktas, och i åtminstone ett fall direkt geniala.²⁵⁷

Under de senaste femton åren har utrymme ägnats resterna av antika vattenmøllor i snart sagt varje handbok rörande det romerska Britannien. Ett stort antal arkeologiska belägg har samlats, men längre än till en katalogartad uppräknig när dessa handböcker sällan. Av särskild betydelse i detta sammanhang är däremot Grace Simpsons och Lord Wilsons *Watermills and military works on Hadrian's Wall. Excavations in Northumberland 1907-1913* by F. Gerald Simpson (1976). Genom utgivandet av utgrävarens egna anteckningar och kommentarer har flera oriktigheter hos Bruce-Richmond kunnat rättas till, och detaljerade ritningar, fotografier och en inträngande analys av de påträffade resterna har kommit forskningen till godo.

J.G. Landels' *Engineering in the ancient world* (1978) ägnar ett ganska kort kapitel (pp.16-26) åt vattenkraftens utnyttjande. Endast ett ytterst begränsat antal litterära och arkeologiska belägg tas upp till behandling, men skriften är likväl av stort värde, då Landels desto noggrannare diskuterar tekniska frågor, olika kvarntyper, energiuttag o.dyl., och därvid gör åtskilliga viktiga observationer.

Litteraturen om vattenmöllans historia under antiken utgör till allra största delen en nedslående läsning. Felaktiga sakuppgifter, ogrundade påståenden, bristfällig argumentation och logiska felslut är så vanlig förekommande, att läsaren endast med stor svårighet och till det yttersta skärpt uppmärksamhet kan bana sig väg genom snårskogen. Med hänsyn till detta sakförhållande har jag funnit det angeläget att i ovanstående litteraturgenomgång avstå från det åtminstone till det yttre icke-polemiska åsiktsreferat

som av hävd anses passande i sådana sammanhang. För att underlätta förståelsen av min fortsatta argumentation, har jag i stället medvetet beskrivit de olika författarnas allmänna framställning utifrån de slutsatser och bedömningar som blivit resultatet av mina egna studier. Det torde heller inte på detta sätt bli svårare för läsaren att skaffa sig en korrekt bild av olika författares uppfattningar.

Under de senaste decennierna har en viss förbättring ägt rum. Arbeten som Moritz', Kiechles, Marôtis och Landels' kan uppfattas som symptom på ett långsamt tillfrisknande. Men fortfarande lever gamla missuppfattningar vidare, och i synnerhet i allmänna teknikhistoriska översiktsverk härskar de med få undantag oinskränkt. I stor utsträckning är fortfarande de ord tillämpliga, med vilka Ek beskrev förhållandena för snart två decennier sedan:

"Kvarnarnas äldsta historia är ännu föga känd. De olika författare som påtagit sig ansvaret att skriva historiken har ofta haft påfallande brister i sin överblick över materialet. Uppgifterna om de tidigaste beläggen för de skilda kvarntyperna inom olika områden varierar betydligt. Belägg som för åtskilliga decennier sedan avfärdats av vissa författare såsom falsifikat åberopas ännu av andra utan att dessa redogör för eventuella omprövningar av de tidigare utdömningarna. I en del fall har författarna ... helt enkelt haft en snävt nationell kringsyn och är föga bevandrade i avlägset liggande länders forskningsresultat. I påfallande hög grad har skvaltans historia kommit att grundas på obevisade eller obevisbara postulat. ..."258

KAPITEL 1. NOTER

- 1 Graves II 111 (125c). Jfr Bennett-Elton II 3, och Moritz 6-7.
- 2 Storck-Teague 96-97.
- 3 Lindet 36; Brett 1939, 354; Benoit 76; Forbes II 87; och framför allt Marôti 260. Blümner 47 n.2 avstår från att ta ställning.
- 4 Bennett-Elton II 32-33; Feldhaus 1914, 831, 1300; Moritz 131 n.4; Ek 50; Kiechle 117-118; Schiöler 163; samt med tvekan Bloch 541 och White 80 n.5.
- 5 Wikander 1980, no. A 1:d.
- 6 Bennett-Elton II 4.
- 7 Moritz 135. Uppfattningen går tillbaka på Beckmann II 13.
- 8 Bennett-Elton II 3-4; Kiechle 122-123 n.34; Marôti 264 n.47; samt med tvekan Blümner 46.
- 9 Suetonius, *Caligula* 39,1.
- 10 Jfr Wikander 1979, 13-14.
- 11 Om detta, se framför allt Wikander 1979, 29-32.
- 12 A. Baudrillart, i DS III:3 (1900) 1962, s.v. *Mola*; Blümner 49; Koehne 39.
- 13 Så uppfattades saken också av Parsons 76, 82.
- 14 Beck 48-50, Fig.56; Bennett-Elton II 34-36; Lindet 37; Feldhaus 1931, 162; Usher 168.
- 15 Parsons 83; Sagui 228; Drachmann 152; Moritz 1956, 193-194; Moritz 122; Simpson-Wilson 29-30; Landels 24-25. För ändringen uttalar sig endast Benoit 55, som ifrågasätter Parsons resultat, och Gleisberg 33, som inte tycks känna till dem.
- 16 I viss mån positiva till Fra Giocondos tillägg är Moritz 1956, 194-195; Moritz 122-123, 125; och Drachmann 152.
- 17 Wikander 1980, no. A 3.
- 18 Strabon X 5,16 C 488; Anthologia Palatina IX 21,5; jfr Plinius, *Naturalis historia* XXXVI 42,154. Se F. Ebert, i RE XV (1932) 2517-2518, s.v. *Molaris lapis*; samt Parsons 86 n.1.
- 19 Feldhaus 1931, 171. Jfr Feldhaus 1936, 473.
- 20 *Sic orbis vertitur tanquam mola, et semper aliquid mali facit, ut homines aut nascantur aut pereant.* (= "Sålunda vrides himlavalvet runt som en kvarnsten, och ställer ständigt till något ont, så att människor antingen föds eller dör.")
- 21 Jfr diskussionen hos Blümner 46 n.2.
- 22 Bennett-Elton I 102-103, II 8. Idén accepteras utan reservationer av Storck-Teague 84, samt som en alternativ möjlighet av Needham IV:2, 366. Jfr Wikander 1980, no. B 1.
- 23 För en så tidig datering talar ändelsen *-nai* (rad 8) samt det avslutande *au]gusti* (B.E. Thomasson, i brev av den 8/11 1979). En senare datering kan dock inte uteslutas.
- 24 Holder II 618, s.v. *Molinus*.
- 25 Mommsen, *apud* Liebl 6-8.
- 26 Wilkes 239. Jfr kommentarerna till texten i CIL III, samt Wikander 1979, 15.
- 27 B.E. Thomasson, i brev av den 8/11 1979.
- 28 Dalman III 248-249.
- 29 Avitsur 1960, 38.
- 30 Forbes II 92. I Forbes 1956, 599, har texten ändrats till "archaeological evidence", men ännu Kiechle talar om "eine literarische Notitz" (Kiechle 125; jfr *ibid.* 126 n.52).
- 31 Jeanton 1920, 157-158.
- 32 Benoit 70.
- 33 Översättningen efter Stokes 1890, 361.
- 34 Bennett-Elton II 81-82; Joyce II 330-331; Collingwood 246; Curwen 138-139, 144 n.54.

- 35 Joyce II 331 och Curwen 138, vilka båda grundar sig på Petrie, *History and antiquities of Tara Hill*, 162.
- 36 Mommsen-Blümner 144.
- 37 Lauffer 257.
- 38 Jfr Jasny 157-158: "These prices are obviously too low to pertain to complete mills. Although the prices of mills in the *Edict* are found among the prices of goods made mainly of wood, Blümner interpreted them as the prices of the stones only. Miss Graser, who translated and commented upon the *Edict*, kindly informed the writer that she shares the opinion of Blümner. It is, indeed, very probable that, as least so far as animal-driven and water mills were concerned, only the stones and iron parts were purchased, the wooden parts having been made by a carpenter on the spot. This practice is still common where stone mills are used. Moreover, the prices of the *Edict* may not have included transportation of the stones to the mills. Still, the price of the stones at the quarry probably made up a large part of the price of the complete mills, installed in the mill."
- 39 Bloch 540 n.4; Forbes II 93-94; Needham I 177, IV:2, 406. Jfr Benoit 76 n.1.
- 40 W. Ensslin, i RE XV (1932) 1480-1481, s.v. *Metrodoros* no.22. Jfr Bloch 540 n.4. Needham IV:2, 369 n.g påstår felaktigt att den faktiskt skulle förekomma hos Ammianus.
- 41 Bennett-Elton II 81 (som baserar sig på *Archaeologia Cambrensis* 1850, supplement. Jfr Usher 173.
- 42 White 82-83, kritiklöst följd av Needham IV:2, 404.
- 43 Wikander 1980, no. B 4:d.
- 44 Forbes II 94. Jfr Wikander 1979, 29 n.97.
- 45 Det är dock med all sannolikhet det som åsyftas av Duval 243: "Ce moulin hydraulique [d.v.s. hjulkvarnen] était une précieuse acquisition: en Gaule, on en attribuera souvent l'invention à des saints locaux, Orens d'Auch qui créera le moulin du lac d'Isaby (IV^e siècle), ...".
- 46 Av betydelse i detta sammanhang är bl.a. förekomsten av ordet *bladum* ("säd") som jag annars inte funnit belagt före 1100-talet.
- 47 Se Doyé II 100, med vidare litteraturhänvisningar. W. Ensslin, i RE XVIII (1939) 1032, s.v. *Orientius* no.2, accepterar utan kommentar uppgiften att Orientius skulle ha fungerat som Theoderiks sändebud till Aetius 437/439 e.Kr.
- 48 Engelsk översättning av W. Stokes i hans edition av *The tripartite life of Patrick* (Stokes 1887) I 211. Irisk text p. 210 (= Rawl. B.512, fo. 24b.2).
- 49 Joyce II 331.
- 50 Gerstinger 372.
- 51 Anonymus Einsiedlensis 47: "på Janiculum framför Johannes och Paulus kyrka".
- 52 Beckmann II 20; Bennett-Elton II 41; Koehne 1913, 34; Usher 177; Brett 1939, 355; Maróti 262. Jfr Wikander 1979, 16 n.32.
- 53 Beträffande uttrycket *haec regia urbs*, jfr Oberhummer, i RE IV (1900) 965, s.v. *Constantinopolis*: "Schmückende Beiwörter wie βασιλῆς, βασιλεύουσα πόλις u.a. sind in der byzantinischen Litteratur nicht selten ...".
- 54 A. Lippold, i RE Zweite Reihe X (1972) 197, s.v. *Zenon* no.17.
- 55 Gille 3, med hänvisning till G. Charlot, "Essai historique sur la meunerie et la boulangerie en Touraine", *Annales de la Société d'Agriculture de Tours* 34 (1854), 27, 68.
- 56 B. Krusch, i MGH Scr.rer.Mer. III 239-244. Maróti 270 n.78 påpekar att historien återkommer i kortare form i Flodoardus' *Historia Remensis Ecclesiae* I 14 (MGH SS XIII 426).
- 57 Richmond 1963, 171.
- 58 J. Clayton, "The Roman bridge of Cilurnum", *Archaeologia Aeliana*, New series 6 (1865) 80-86; citerad efter Simpson-Wilson 44, som också återger andra tidiga referenser från 1861, 1865 och 1867.
- 59 Bruce-Richmond 79-80, 166.
- 60 Moritz 136; Ek 59; Liversidge 184. Jfr Richmond 1963, 171, och Richmond 1966, 83.

- 61 Simpson-Wilson 44, 46.
 62 Bruce-Richmond 79-80; Richmond 1963, 171; Richmond 1966, 83. Jfr Moritz 136 och Liversidge 184.
 63 Simpson-Wilson 48.
 64 Richmond 1966, 83: "The stone hub-core of a substantial water-wheel, working in a horizontal plane and related to a mill-race still visible".
 65 Bruce-Richmond 80.
 66 Ek 59.
 67 Simpson-Wilson 46.
 68 Moritz 136. Jfr Liversidge 184.
 69 Moritz 136 n.5.
 70 Simpson-Wilson 49.
 71 Moritz 139 n.2.
 72 Neville 9-10.
 73 Neville 13.
 74 Richmond 1963, 171; Manning 38; Richmond 1966, 83; Frere 298; Collingwood-Richmond 314.
 75 Liversidge 184.
 76 Richmond 1963, 171; Manning 38 n.4.
 77 *Proc. Soc. Ant. Newcastle*³, 4, 167 (referensen hämtad från Simpson-Wilson 26).
 78 Simpson-Wilson 26, 32-43.
 79 Simpson-Wilson 33.
 80 Simpson-Wilson 34-35.
 81 Simpson-Wilson 36. 38. Moritz 136 n.2, följd av Ek 59, uppger stenarnas diameter till 30 in. (75 cm).
 82 Simpson-Wilson 38-39. Jfr Wilsons kommentarer, ibid. 30-31.
 83 Simpson-Wilson 36.
 84 Bruce-Richmond 147; Moritz 136; Ek 59. Jfr Liversidge 184.
 85 Simpson-Wilson 39. Jfr kommentaren, ibid. n.12.
 86 Simpson-Wilson 40. Jfr Wilsons kommentarer, ibid. 29-30.
 87 Ek 59; Liversidge 184. Moritz 136, deras gemensamma källa, föreslår andra hälften av detta århundrade, en uppgift som troligen går tillbaka på Richmond.
 88 Simpson-Wilson 42. Wilson daterar möllan "e. A.D. 240-270" (Ibid. 29).
 89 Wilson 1975, 283. En preliminärrapport publicerades samtidigt i *Department of Environment, Archaeological Excavations 1974* (H.M.S.O. 1975) 11.
 90 Whitaker, *History of Manchester* (1771), II 216; refererad efter Bennett-Elton II 85.
 91 Bennett-Elton II 85.
 92 Simpson-Wilson 48.
 93 Richmond 1966, 83.
 94 Richmond 1966, 83.
 95 Liversidge 184; Wachter 136. Jfr Richmond 1963, 171.
 96 Simpson-Wilson 48. Jfr Wikander 1980, no. B 4:a.
 97 Wachter 136.
 98 Richmond 1966, pl. IX.
 99 "3 feet 3/4 inch" (Evans 141); "36.1 in." (Manning 38).
 100 Evans 141.
 101 Manning 38-40.
 102 Richmond 1966, 83; Frere 298; Collingwood-Richmond 314; Applebaum 239 n.1. *Contra*: Simpson-Wilson 29.
 103 Manning 38 n.2.
 104 [Anonymus 1965], 261. En kortare rapport, som dock innehåller några ytterligare upplysningar, publicerades samma år av Wilson: "Further work at the Fullerton villa ... traced a shallow channel ... for a distance of 450 ft. to a point where two narrow leats choked with rubble, together with fragments of at least two millstones, indicated the position of a mill." (Wilson 1965, 217). I övrigt nämns Wherwell-möllan endast av Applebaum 206; jfr ibid. 239 n.1.

- 105 R.C. Shaw, i *Transactions of the Cumberland and Westmorland Antiquarian and Archaeological Society*, New series 26 (1926) 429-506; citerad efter Simpson-Wilson 49. Enligt Moritz 137 identifierades inte platsen som en vattenmølla förrän 1934.
- 106 Bruce-Richmond 166.
- 107 Moritz 136-137.
- 108 Ek 59-60; Liversidge 184.
- 109 Simpson-Wilson 49-50.
- 110 Garrett 122-123.
- 111 Garrett 123. Jfr Liversidge 183.
- 112 Garrett 109 resp. 107 Fig.2.
- 113 Garrett 124.
- 114 Richmond 1963, 171.
- 115 Moritz 139 n.2.
- 116 Benoit 40.
- 117 Ashby 46: "A fine example of the use of such [overflow] water was discovered at Wroxeter ... Houses along the main street received their flushing-water from an overflow duct at the side of the main street, each house having its own sluice, implying rights of use at a particular hour of the day."
- 118 Steensberg 1952, 52-63, med engelsk sammanfattning 294-297.
- 119 Steensberg 1978, 345-346.
- 120 Forbes II 87; White 81.
- 121 Fahy 47; Brønsted III 425-426; Needham IV:2, 366 n.h.
- 122 Ek 59.
- 123 Moritz 125.
- 124 Jacobi 83; Moritz 127-128. Beträffande sådana stenar i Museum auf dem Ehrenbreitstein hävdar von Elbe 182 uttryckligen att de skulle vara "mill-stones for water mills" - med vad rätt låter sig inte sägas.
- 125 Benoit 22-23, 26-27, 60.
- 126 Benoit 19-21, 27-29, 41.
- 127 Benoit 21, 38-41.
- 128 Benoit 29-33.
- 129 Benoit 35-36.
- 130 Benoit 36-38.
- 131 Benoit 33, 35.
- 132 Benoit 33, 45-48.
- 133 Benoit 48-52.
- 134 Benoit 41-43.
- 135 Benoit 53-55.
- 136 Benoit 34-35, 53, 56-57.
- 137 Benoit 57-58.
- 138 Benoit 59.
- 139 Benoit 59-61.
- 140 Benoit 60-62.
- 141 Benoit 43-45.
- 142 Benoit 42, 63-66.
- 143 Benoit 67, 71.
- 144 Jag har tyvärr inte haft tillfälle att studera R. Freneaux, "Barbegal", *Caesarodunum* 1970, no. 5, 309-313.
- 145 Gleisberg 34: "Bei der ... angeblich überschlächtigen gallo-römischen Grossmühlenanlage von Barbegal ... bedarf es m.E. einer nochmaligen sehr sorgfältigen Nachprüfung an Ort und Stelle, ob hier nicht ebenfalls der Antrieb unterschlächtig erfolgte."
- 146 Forbes II 91. Av övriga författare är det såvitt jag lyckats finna endast två som tagit ställning till frågan: Sagui, som förklarar att "l'usine de Barbegal ... pouvait faire marcher 32 meules à la fois" (Sagui 227), och Kiechle, som talar om "16 Wasserrädern, welche 32 Mahlwerke trieben" (Kiechle 125).
- 147 Sagui 229 resp. 227.

- 148 Forbes II 91; Gleisberg 34.
- 149 Eydoux 207: "Fernand Benoit avait d'abord cru y voir un édifice assez tardif, remontant à l'époque de Constantin; le dégagement de la façade de l'édifice rendu possible par l'abaissement du niveau du chemin, l'a conduit à lui attribuer une date un peu plus ancienne: le milieu du III^e siècle, peut-être même la première moitié de ce siècle."
- 150 Kiechle 124-125, med n.45; jfr. ibid. 173 n.16. Resonemanget accepteras av Marôti 269.
- 151 Forbes 1956, 599. Jfr Marôti 269.
- 152 Forbes 1956, 602. Jfr Forbes II 95-96.
- 153 Wikander 1979, 14 n.16.
- 154 Simões, i *Transactions of the 2. international symposium on molinology* (1969), kommentarer till Avitsur 1969, 396.
- 155 Beträffande Augusta Emerita och Lago de Proserpina, se framför allt Méli-da I 99-361 (i synnerhet 106-109), och L.G. Iglesias i PE 114-116 (i synnerhet 115).
- 156 Moritz 127-128. Jfr Ek 63.
- 157 Av ingenjören Gaetano Ferri. Se Van Buren I 61 n.2.
- 158 Gatti (som citerar en artikel i *Giornale d'Italia*, no 241, 29/8 1912, 3) 159: "... ed in una cripta si è scoperta una interessantissima mola medievale ad acqua, con due riparti, per grano e per colori."
- 159 Ghislanzoni 325: "... ed a destra un mulino u a due macine, 2 e 3; le ruote erano messe in movimento da una cascata di acqua che veniva da un condotto nella parete di fronte all'ingresso e cadeva sulle palette fissate al perno al quale era infilata la ruota. In questo mulino sono state trovate parecchie ruote per macina, frammentate." Beskrivningen hänvisar till planen, ibid. 318 Fig.9.
- 160 Usher 176.
- 161 Kiechle 127-128.
- 162 Platner-Ashby 524. Jfr. Lugli I 428.
- 163 Wikander 1979, 29.
- 164 Se Lugli IV 160.
- 165 Dr. Schiøler har utverkat tillstånd av Soprintendenza Archeologica di Roma att sommaren 1980 utföra en upprepning och detaljuppmätning av möllan.
- 166 Wikander 1979, 27 Fig.13; Van Buren I 61 n.2.
- 167 Lancianis anteckningar förvaras nu på Biblioteca Vaticana: *Vat.Lat.*13043, fol.120-122v.
- 168 Lanciani *FUR*, fol.27.
- 169 Van Buren I, *passim*.
- 170 Van Buren VI 137-141, XI 69-72.
- 171 Wikander 1979, 24-28.
- 172 Wikander 1979, *passim*; se i synnerhet 17-21.
- 173 Nämnas bör möjligen den "sluice stone similar to, or identical with, the first of the two recorded by Lanciani" (Van Buren XI 72), som påträffades år 1928 mellan punkterna C och D (Van Buren XI, Pl.3:1-2).
- 174 Om detta problem, se i synnerhet Wikander 1979, 18 n.39.
- 175 Måtten är hämtade från Lancianis anteckningar, *Vat.Lat.* 13043, fol.121.
- 176 Van Buren I 61.
- 177 Wikander 1979, 20.
- 178 Koehne 15 n.39; Usher 170; Wikander 1979, 31. Av motsatt uppfattning är Feldhaus 1914, 1300, och Gleisberg 34, dock utan andra skäl än en allmän ovilja att alls erkänna existensen av överfallshjul under antiken.
- 179 Cianfarani 1967, 344. Jag har inte lyckats uppbirga Cianfaranis *Guida alle antichità di Sepino* (Milano 1958), som kan antas innehålla ytterligare uppgifter om möllan.
- 180 Th. Schiøler, i brev av den 18/8 1979, 5/10 1979 och 2/5 1980.
- 181 Ward Perkins 50.
- 182 Ward Perkins 51, följd av Scullard 108.
- 183 Jacono 218.

- 184 Parsons 70 n.2; jfr. ibid. 76 n.1, 81 (80 n.2).
- 185 Jacono 219.
- 186 Jacono 218-219.
- 187 Jacono 218.
- 188 Feldhaus 1936, 472. Jfr. Ek 60; White 160.
- 189 Feldhaus 1936, 472: "Das Rad hat 93 cm Durchmesser. Der Rand, der die Schaufeln hält, ist 14 cm breit, die Schaufeln selbst sind 17 cm breit. Die Achse aus Holz ist 9 cm dick. ... Zum Antrieb einer Mühle wäre es zu schwach."; jfr. White 160. Trämodellen utställdes på *Mostra Augustea della Romanità* 1937 och finns nu att se i Museo della civiltà romana: *MCR Catalogo* 633 no. LIII:39.
- 190 Reindl 143; jfr. Kiechle 121, 126 n.52, 127. Kiechle tar också fasta på Reindls missuppfattning, att den 6.70 m breda romerska vägen till Tivoli (Jacono 217) skulle ha med Venafrum-möllan att göra (Kiechle 126 n.52).
- 191 Forbes 90, 95-96; Kiechle 127. Maróti 260 sätter möllan i samband med den inskriftligt belagda akvedukt, som byggdes av Augustus till den då nygrundade kolonien Venafrum.
- 192 Vissa tvivel på Jaconos rekonstruktion har rests av Th. Schiøler, som själv studerat kalkavtrycket och menar att det kanske snarare stammar från ett horisontellt skvalthjul. Jfr. nedan, kapitel 2:3:1.
- 193 Feldhaus 1936, 472.
- 194 Thompson 349. Jfr. planen, ibid. 329 Fig.1.
- 195 Parsons 70. Jfr. planen över det senantika Agora hos Thompson-Wycherley, Pl.9. Enligt Thompson 349 påträffades möllan redan 1930.
- 196 Parsons 74, 81-82.
- 197 Parsons 70, 77.
- 198 Parsons 74.
- 199 Parsons 82-83.
- 200 Parsons 80.
- 201 Parsons 83.
- 202 Parsons 85.
- 203 Parsons 70, 86. Måttsuppgifterna är hämtade från Fig.17.
- 204 Parsons 70, 87.
- 205 Parsons 88.
- 206 Gleisberg 34. Hans tvivel delas i viss utsträckning av Ek 60, och av Schiøler (i brev av den 2/5 1980), som menar att Agora-möllan troligen haft överfallsdrift, men att detta inte låter sig fastställas med absolut säkerhet.
- 207 Kiechle 120 n.23, respektive 127.
- 208 Benoit 62. Hos Forbes II 91-92 har detta antagande blivit ett faktum.
- 209 Parsons 86, med n.4.
- 210 Benoit 55; jfr. ibid. 62 n.2. Sagui 228 hävdar helt utan grund att Parsons skulle anse det vertikala hjulet vara större.
- 211 Schiøler 154.
- 212 Thompson-Wycherley 214 n.19.
- 213 Thompson-Wycherley, Pl.9.
- 214 Thompson 349.
- 215 G. Tseretheli, *The Urartuan monuments in the Georgian Museum at Tbilissi* (Tiflis 1939).
- 216 Storck-Teague 77-78; Gleisberg 17, 30; Ek 58-59; Needham IV:2, 191.
- 217 Ek 59. Uppgiften att stenens diameter skulle vara 46 cm är troligen ett feltryck; Storck-Teague 77 Fig.39 talar om "about 16 inches", vilket snarare motsvarar 40 cm.
- 218 Needham IV:2, 191.
- 219 Avitsur 1960, 41.
- 220 Avitsur 1969, 391.
- 221 Avitsur 1969, 402. Jfr. Avitsur 1960, 44.
- 222 Avitsur 1969, 393 och 397.
- 223 Avitsur 1969, 397.

- 224 Avitsur 1969, 397.
 225 Saarisalo 51-52. Jfr. *ibid.* 14-15, och Avi-Yonah 175.
 226 Saarisalo 69 n.1.
 227 Avi-Yonah 175.
 228 Avitsur 1969, 393.
 229 A. Ennabli, i PE 841.
 230 Beskrivningen är huvudsakligen baserad på informationer från dr. Th. Schjøler. Vissa ytterligare upplysningar kan hämtas ur [Anonymus 1973] 738-739: "Nach J. Röders Untersuchungen ist die Turbinenmühle über den Trümmern der vortrajanischen Brücke errichtet. Der Einsturz der Trajansbrücke setzte auch die Mühle ausser Funktion. Die Turbinen hatten den Schleifspuren zufolge Radkränze. Die Wassertore waren mit Klapp- und Drehschützen versehen." Röder, som förberedde en publikation av anläggningarna, avled 1975, men hans hustru har fortsatt arbetet med hans manuskript ([Anonymus 1977] 627). I avvaktan på denna publikation avstår jag här från mera detaljerade beskrivningar och illustrationer av möllan.
 231 Usher 169; Jacono 218; Reindl 142-143; Moritz 134.
 232 Gleisberg 33, med en omotiverad hänvisning till Jacobi 91, 92 n.1.
 233 Marucchi 108: "Il prof. A. Profumo presentò la fotografia e l'acquarello di una pittura del cimitero maggiore presso s.Agnese, che era sfuggita al Wilpert nella pubblicazione da lui fatta di un arcosolio di quel cimitero. Questa pittura, di cui il referente aveva già parlato poco prima nell'adunanza dell'accademia romana di archeologia, rappresenta una ruota idraulica motrice della specie di quelle dette a cassetta e che sono mosse dall'alto, come può dedursi da alcune pennellate di azzurro in alto rappresentanti l'acqua; ed egli fece rilevare la importanza di questa pittura, essendo questa fino ad ora l'unica rappresentanza antica di un tale strumento.
 Il prof. O. Marucchi osservò che questa scena rientra nel ciclo delle altre rappresentanze della vita reale conosciute anche nelle pitture delle catacombe e che si riferiscono alla professione del defunto; ed essa potrebbe indicare che il defunto esercitava l'industria di un qualche officio. Dichiarò poi che in ogni caso essa non può avere alcun rapporto con la denominazione del cimitero in cui si trova.
 234 Schjøler 155 Fig.110. Jfr. Wikander 1979, 23 Fig.11.
 235 Needham IV:2, 367.
 236 Schjøler 154.
 237 I sin bok medger Schjøler 1973 att de "might possibly depict falling water" (Schjøler 155), men vid vårt gemensamma besök på platsen sommaren 1979 fann vi båda skäl att ifrågasätta denna tydning.
 238 Också White 82 n.2 uppfattade hjulet som ett överfallshjul.
 239 Schjøler 155, men hänvisning till P. Testini, *Le catacombe e gli antichi cimiteri cristiani in Roma - Roma cristiana*, Vol. II (Bologna 1966), p.163.
 240 Wilpert 559 (*Coemeterium maius* no.1).
 241 Yacoub 121.
 242 Brett 1939, *passim*.
 243 Brett 1947, 83 no.62; jfr. *ibid.* Pls.41-42.
 244 Curwen 132; Storck-Teague 108; Forbes II 93; Ek 65; White 80 n.8; Needham IV:2, 367; Schjøler 154; Maróti 273-274; Simpson-Wilson 49; Landels 21.
 245 Talbot Rice 1958, 131.
 246 Brett 1947, 91-97, i synnerhet 91.
 247 Talbot Rice 1958, 152-153.
 248 Talbot Rice 1958, 145-148, 153-160.
 249 Grabar 105, Fig.105.
 250 Talbot Rice 1958, 123 no.4; jfr. *ibid.* Pl.46 A och frontespis.
 251 Den stöds också av Th. Schjøler (muntlig information).
 252 Beckmann 11 n.21, som också ger en förteckning över annan äldre litteratur.

- 253 T.ex. Vitruvius 1567, Lex Visigothorum 1613, Liber Pontificalis 1649, Cassiodorus 1650, o.s.v. Ytterst torde dessa hänvisningar och citat helt enkelt gå tillbaka på Heringius, som skrev sitt verk när många av dessa editioner var tämligen nyutkomna.
- 254 Se t.ex. ovan, kapitel 1:1:4, beträffande en passage hos Pomponius Laetus.
- 255 De många panegyriska uttalandena om Blochs artikel kan exemplifieras av Gille 1: "Les origines du moulin à eau ont été étudiées par Marc Bloch dans un article aujourd'hui célèbre. Tous les textes, toutes les mentions qui y faisaient allusion ont été passés en revue. Il n'est guère possible sans doute de faire des découvertes majeures."
- 256 Mina referenser till Forbes' skrift gäller nästan undantagslöst originalupplagan från år 1955. Till den senare versionen hänvisar jag endast i de fall denna på avgörande sätt skiljer sig från den äldre.
- 257 Se ovan, kapitel 1:1:4, beträffande bakgrunden till det omdiskuterade stället hos Pomponius Laetus.
- 258 Ek 49.

2 MÖLLORNAS UTSEENDE OCH TYPOLOGI

2:1 ANTIK TERMINOLOGI

2:1:1 Grekiska

Av våra tidigaste källor för antikens vattenmøllor nämner Antipater (1:1:7) dem överhuvudtaget inte vid namn,¹ medan såväl Strabon (1:1:8) som Vitruvius (1:1:6) tycks ha använt uttrycket ὑδραλέτης. Beträffande den senare föreligger dock en viss osäkerhet, då handskrifterna genomgående talar om *hydraulae* - uppenbarligen en felaktig läsart, påverkad av ordet *hydraulus* ("vattenorgel"). Den i moderna utgåvor helt vedertagna emendationen *hydraletae* förefaller övertygande, men helt bör man kanske inte bortse från möjligheten att *hydraulae* i stället skulle kunna vara en missuppfattning av det ortografiskt likaledes näraliggande *hydromyloi*.

"When water-mills were still a novelty their distinctive feature was emphasized in the names given to them, such as Strabo's *hydraletes*, or 'water-grinder'".² Hur lättförståeligt ordet än kan förefalla oss, bör man dock hålla i minnet att det i sig ingalunda ger någon klar uppfattning om den nya maskinens funktion (jfr. nedan, kapitel 3:1:1). Det förekommer heller inte på flera ställen i den klassiska litteraturen (möjligen med undantag för Vitruvius), något som föranledde Beckmann att kommentera: "vielleicht ein ἀπὸ λεγόμενον, welches nur die Scholiasten für eine Wassermühle erklärt haben. In mancher Uebersetzung des Strabo ist das Wort gar ausgelassen worden."³ Det förekommer dock hos Hesychios (1:1:31) i avledningen ὑδραλετία, liksom i vissa grekisk-latinsk glossarier kända i handskrifter från 600- och 800-talen.⁴

Väsentligare för att bekräfta att ordet faktiskt användes under antiken är emellertid tre texter som var fullständigt okända på Beckmanns tid: det eventuella omnämnandet av en ὕδρο[λ]ετία i en egyptisk papyrus från 400-talet (1:1:30) och framför allt ordets odiskutabla förekomst i två inskrifter. I Diocletianus' prisedikt (1:1:17) används en adjektivisk avledning, μύλος ὑδραλεκτικός, och i en 300- eller 400-talsinskrift från Sardes (1:1:24) nämns en vattenmøllekonstruktör, πανγανάρειος ὑδραλέτα. Även om identifikationen i papyrustexten skulle visa sig oriktig, äger vi således säkra belägg på ordets användning vid tre skilda tillfällen: kring Kristi födelse, år 301, och under 300/400-talen. Däremot finns det skäl att misstänka att glossarierna speglar ett icke längre levande språkbruk - i senare grekiska texter tycks ordet helt ha ersatts av ὑδρόμυλος.

Ordet ὑδρόμυλος känner jag inte tidigare än hos Hesychios, sannolikt på 400-talet. Därefter följer en grekisk-latinsk glossariehandskrift från 600-talet med varianten ὑδρομύλη⁵ samt på 700-talet Achmet.⁶ I senare byzantinsk grekiska är formen ὑδρόμυλος regel.

Det enkla ordet μύλων förekommer mig veterligen enbart hos Prokopios (1:1:37), som för övrigt är den ende grekiske författare från äldre tid utom Antipater som

nämner kvarnens olika delar vid namn.⁷ Hjulet kallar Prokopios μηχανή och Antipater τροχή. Båda orden (det senare i varianten τροχός) förekommer i egyptiska papyrustexter från hellenistisk och romersk tid vid beskrivningar av vattenuppfördringsverk, varvid μηχανή dock i allmänhet åsyftar hela maskineriet snarare än själva hjulet. Kvarnstenarna kallar Prokopios μύλοι och Antipater μύλακες, ord som båda sedan länge nyttjats i denna betydelse. Dessutom nämner Antipater ensam hjulaxeln, ἄξων, samt αὐτῶνες, ett uttryck om vars innebörd det råder delade meningar (nedan, kapitel 2:2:2). Självt är jag dock övertygad att Parsons gör rätt i att identifiera dem med kugghjulens utstående kuggar.⁸

2:1:2 Latin

Det torde knappast vara en tillfällighet att Vitruvius (1:1:6), den äldste latinske författare som omtalar vattenmøllan, nämner den med ett grekiskt namn. Oavsett hur vi föredrar att emendera handskrifternas *hydraulae* (ovan, kapitel 2:1:1), måste vi nämligen utgå från att ordet varit grekiskt. Det är emellertid värt att notera, att detta lån av ett främmande ord förblir en engångsföreteelse. Varken ὄραλῆτης eller ὄρομυλος kom att övertas och assimileras i det latinska språket, och i stället började man använda sig av det inhemska *mola* eller någon av dess avledningar.

Mola förekommer redan hos Cato d.ä. för att beteckna såväl handkvarnar som större kvarnverk drivna av åsnor,⁹ och det måste ha legat nära till hands att utnyttja ordet också för sådana som drevs med hjälp av vattenkraft. Flera exempel på detta äger vi under romersk kejsartid (1:1:13, 22, 25), men bruket lever vidare den tidiga medeltiden igenom och möter i undantagsfall ännu under högmedeltiden.¹⁰ I betydelsen vattenmølla förekommer *mola* naturligt nog sällan ensamt, utan oftare med en närmare bestämning: *aquae mola* (1:1:33) eller *aquaria mola* (1:1:23). Varianten *aquae molus* förekommer i en glossariehandskrift från 600-talet,¹¹ men på de sammansatta formerna *aquimola*, *aquimollia*, *aquimolum*, *aquimolus*, vanliga under högmedeltiden, känner jag inga exempel före 800-talet.¹²

Av de substantiverade adjektiviska avledningarna förekommer *molina* första gången på 300-talet (1:1:19), *molinum*, *mulinum*, *molinus*, och *molendinum* på 500-talet.¹³ Beträffande det sistnämnda ordet bör dock påpekas, att det är belagt redan i slutet av 400-talet i avledningen *molendinarius*, "møllare" (1:1:32), och med all säkerhet har det använts också om själva møllan vid denna tid.¹⁴

Även om, som påpekats, det enkla *mola* lever vidare och dess sammansättningar med *aquae*- och *aqui*- förekommer tämligen ofta i medeltida texter, är det *molina*, *molinum*, *molinus*, *molendinum* och dessas ytterligare avledningar som blir helt förhärskande från och med 500-talet. Det är dem vi möter i de germanska lagtexterna, i helgonbiografierna, och framför allt i den aldrig sinande strömmen av dokument i klostrens cartularia.¹⁵ Liksom det enkla *mola* och det först sedan 500-talet uppträdande *farinarium*/*farinarius*¹⁶ används orden emellertid ingalunda uteslutande för att beteckna en vattendriven mølla utan också för djurdrivna sådana. Däremot torde *mola* ensamt kunna beteckna också handkvarnen, som levde kvar vid sidan av de större kvarnarna medeltiden igenom.¹⁷

Liksom i fråga om grekiskan ställer det sig också för latinets del svårt att diskutera de tekniska termerna för møllans olika delar. Med undantag för Vitruvius' delvis mycket detaljerade beskrivning känner vi praktiskt taget inga sådana uttryck före 500-talet, då helgonbiografierna och de germanska folkrätterna börjar lämna ett viktigt källmaterial.

Dammbyggnader omtalas först under 500-talet, då de liksom i betydligt senare texter uppträder under namnen *clusa* och *exclusa*.¹⁸ Från samma tid stammar de äldsta beläggen för den av dammbyggnaden skapade kvarndammen, *istagnum*,¹⁹ och den därifrån ledande kvarnrännan, *canalis* (1:1:36). Med vattenhjulet når vi fram till den del av møllan som beskrivs av Vitruvius. Han kallar det helt

enkelt *rota*, liksom veterligen alla efter honom (1:1:10,35,36), och de från ett underfallshjul utskjutande skovlarn benämns *pinnæ*. Den roterande rörelsen överföres av hjulaxeln, *axis*, till ett vertikalt kugghjul, *tympanum dentatum ad perpendiculum conlocatum*, och via detta till ett horisontellt, *tympanum dentatum planum*. De roterande kvarnstenarna, helt enkelt kallade *mollæ*,²⁰ fördes med mäld genom en tratt, *infundibulum*.

Av själva kvarnverket underlåter Vitruvius egentligen bara att nämna en enda del, järnet, d.v.s. den lodräta axel som överför rotationen från det horisontella kugghjulet till den övre kvarnstenen. Denna detalj nämns först i den saliska lagen, där den liksom i senare tid kallas *ferramentum*.²¹

2:2 T Y P O L O G I

2:2:1 Översikt över existerande kvarntyper

Typologiskt föreligger inga mera påtagliga skillnader mellan de kvarnar som finns belagda i det antika källmaterialet och dem som varit i bruk ända in i vårt eget århundrade. De principiellt olikartade typerna förelåg fullt utbildade före antikens slut, och med förvånansvärt små förändringar har de levt vidare medeltiden och den nyare tiden igenom. Vi har sålunda icke att göra med successivt förbättrade varianter som avlöst varandra, utan fastmera med funktionellt likvärdiga typer, vilka hela tiden förekommit parallellt, då de alla ägt sådana förtjänster att de i något avseende varit konkurrenterna överlägsna. På samma sätt möter vi under hela den aktuella tidsrymden, ca 2000 år, också de äldre kvarntyper som utnyttjades vid den tid då vattenmøllan först kom i bruk, handkvarnen och den djurdrivna kvarnen. Inte heller drabbades vattenmøllan märkbart av konkurrensen från senare uppfinningar som väderkvarnen, eller ens från de senaste århundradenas vattenturbiner och ångkvarnar. Först under vårt eget sekel har vattenmøllan på allvar kommit att förlora sin betydelse, och då inte främst till följd av konkurrensen från modernare kvarntyper utan som ett resultat av det gamla agrarsamhällets definitiva upplösning.²²

I grunden låter sig alla vattenmøllor delas upp i två huvudgrupper, varvid det avgörande kriteriet helt enkelt är vattenhøjlets placering: horisontellt respektive vertikalt. Den förra varianten har i Skandinavien sedan gammalt ofta benämnts med ord som skvaltkvarn, skvalta, skvatta eller dylikt; för den senare saknas en lika fast etablerad benämning, men numera har uttrycket "hjul-kvarn" blivit tämligen allmänt accepterat.²³ Internationellt förekommer tyvärr inte motsvarande benämningar, vilket lett till en olycklig begreppsförvirring. Uttrycken är många och skiftande, och situationen har ytterligare komplicerats av att samma begrepp kan användas i helt skilda betydelser av olika författare.²⁴

Skvaltån är till sin konstruktion den enklare av huvudtyperna.²⁵ Ett horisontellt placerat vattenhøj med snedställda skovlar vrider runt en lodrät axel, vars övre ände passerar genom ett hål i mitten av den undre kvarnstenen, "liggaren", för att fästas medelst en liten tvärbalk, "seglet", i den övre, "löparen", som följaktligen vrider runt med samma hastighet som vattenhøjlet självt. Utväxlingsanordning kan förekomma men är i praktiken så sällsynt att möjligheten inte behöver beaktas. Mälden hälls i en stor tratt och förs in mellan stenarna genom ett hål i löparens mitt.

Vanligast är skvaltån i bergig terräng, där mindre vattendrag lätt låter sig anpassas till att driva det horisontella vattenhøjlet. Begränsad vattentillgång kan härvid kompenseras av högre fall och större hastighet. Vid behov kan

såväl fallhöjd som hastighet ökas genom konstruktionen av en damm och en artificiell vattenledning, "kvarnränna", som avslutas av en brant stupande "stupränna", genom vilken vattnet kastas direkt på hjulskovlarna. Om detta system varit det vanliga, bör dock påpekas att det ingalunda är det enda möjliga. Skvaltor förekommer inte uteslutande i bergstrakter utan också i mindre kupe-rad terräng. På Irland och Jylland finns exempel på skvaltor med så små fall som 20-30 cm.

En speciell metod att öka tryck och hastighet på det vatten som sprutade mot hjulskovlarna representeras av den över stora delar av Medelhavs-världen spridda *arubahn* (nedan, kapitel 2:2:3). Det rör sig dock här egentligen inte om en olikartad *kvarntyp* utan mera om ett nytt sätt att organisera de omgivande anläggningarna. Däremot bör det påpekas, att skvaltkvarnen typologiskt är att uppfatta som en föregångare till "vattenturbinen" - ett oklart och mångskiftande begrepp som används för att beskriva en rad olikartade vattenhjul med långt större effekt än den enkla skvalt看. Konstruktionen av sådana tillhör i princip 1800-talet, men i Chemtou (1:2:44) äger vi faktiskt en anläggning som med goda skäl har betecknats som en turbin: ett horisontalhjul placerat i botten av en roterande vattenpelare. Först under 1700-talet möter vi åter konstruktioner av liknande slag.²⁶

På hjulkvarnen vrider ett vertikalt vattenhjul en horisontell axel. Vid dennas andra ände sitter ett likaledes vertikalt kugghjul, som oftast är delvis nedsänkt i en grop i marken, "möllegraven". Kugghjulets på sidan fästa kuggar driver i sin tur ett horisontellt kugghjul, "drevet", i allmänhet mycket mindre än det vertikala och utformat som ett stavhjul. Genom förhållandet mellan kugghjulets storlek kan utväxlingen anpassas till vattenflödets omfattning och hastighet. Drevet är fixerat kring en lodrät axel, "järnet", som på samma sätt som skvaltans axel passerar genom ett hål i liggaren och fästes i löparen medelst seglet.

Hjulkvarnarna uppdelas med utgångspunkt från vattenhjulets funktion i tre underavdelningar: underfalls-, bröstfalls- och överfalls-kvarnen. Av dessa kommer jag i fortsättningen helt att bortse från bröstfallskvarnen, så kallad eftersom hjulet konstruerats för att träffas av vattnet ungefär i jämnhöjd med navet; det är sålunda utifrån teknisk synpunkt att uppfatta som ett mellanting mellan de båda andra hjultyperna. Det omnämns med säkerhet första gången år 1538,²⁷ och även om det mycket väl kan ha förekommit redan under antiken låter det sig till följd av sin mindre klart definierade funktion omöjligt identifieras i de litterära källorna. Inom det arkeologiska materialet finns inga belägg.

Liksom i fråga om skvalt看 brukar också hjulkvarnens effektivitet förbättras genom anläggandet av damm och kvarnränna. För underfallsmöllans del har dammen i allmänhet till uppgift att magasinera vatten snarare än att höja vattenståndet, medan den senare funktionen är väl så viktig vid överfallsmöllan, som är beroende av en vattennivå tillräckligt hög för att låta vattnet falla på hjulets topp.

Valet av kvarntyp står i direkt samband med de naturliga förutsättningarna vid respektive kvarnställe. Vid mindre vattentillgång och större fallhöjd kommer vanligen skvalt看 eller överfallskvarnen till användning, vid större vattentillgång och mindre fallhöjd underfallskvarnen. Skillnaderna är dock inte större än att skvaltor i många fall kunnat ersättas av hulkvarnar med såväl överfalls- som underfallsdrift. Man har länge diskuterat de olika kvarntyperna effektivitet och anser numera allmänt överfallshjulet vara överlägset vid lika naturliga förutsättningar, men de faktiska skillnaderna är mindre än vad man kunnat vänta.²⁸

Av underfallsmöllan finns en särskild variant, skeppsmöllan, avsedd att tillförsäkra en konstant vattennivå vid hjulet i sådana större vattendrag, där denna inte kan ernås med hjälp av dammbyggnader - antingen därför att de är svåra att bygga av rent praktiska skäl eller därför att de anses olämpliga med

hänsyn till sjöfarten. Underfallshjulet placeras helt enkelt mellan två båtar, med ett normalt kvarnverk på en av dem. Typen är sällsynt i nyare tid och torde aldrig ha förekommit i Sverige, men den spelade en avgörande roll för vattenmöllans utnyttjande i medeltidens städer.²⁹

2:2:2 Källmaterialet

Avbildningar av antika möllor och framför allt de arkeologiska resterna av kvarnarna själva har lämnat ett betydelsefullt material för studiet av de olika kvarntypernas förekomst under antiken. Det råder här sällan någon oklarhet beträffande identifikationen av typerna i fråga, och de diskuteras konsekvent i katalogen. Resultaten av dessa diskussioner kan sammanfattas som följer:

1:2:2	<i>Chesters</i>	underfall?	
1:2:5	<i>Haltwhistle Burn</i>	underfall?	
1:2:10	<i>Silchester</i>		hjulkvärn?
1:2:12	<i>Willowford</i>	underfall?	
1:2:15	<i>Bolle</i>		skvaltor?
1:2:17	<i>Barbegal</i>		överfall
1:2:19	<i>Augusta Emerita</i>		skvaltor?
1:2:21	<i>Caracallas thermer</i>		överfall
1:2:23	<i>Saepinum</i>	underfall	
1:2:25	<i>Venafrum</i>	underfall?	
1:2:26	<i>Agora I</i>		hjulkvärn
1:2:27	<i>Agora II</i>		överfall
1:2:32-36	<i>Farod I-V</i>		skvaltor
1:2:37	<i>Ma'agan Michael</i>		skvaltor
1:2:38	<i>el Qabu</i>		skvalta
1:2:39-41	<i>Wadi Fejjas I-III</i>		skvaltor?
1:2:44	<i>Chemtou</i>		skvaltor
1:3:2	<i>Coemeterium Maius</i>		överfall
1:3:4	<i>Konstantinopel I</i>	underfall	

Beträffande de litterära evidensen är läget ett helt annat. Beskrivningarna av dessa möllor är ofta så vaga, att de av olika författare kunnat uppfattas som belägg för olika kvarntyper. För att i någon mån klarlägga vilka fakta vi har att utgå ifrån, är det här nödvändigt att göra en detaljerad genomgång av de litterära texter som ansetts kunna ligga till grund för en identifikation av typen.

1:1:6 *Vitruvius*

Denna text innehåller en så klar och detaljerad beskrivning av en underfallskvärn, att mig veterligen ingen velat ifrågasätta identifikationen.

1:1:7 *Antipater*

Som påpekas av Curwen³⁰ visar sig denne diktare besitta en klar uppfattning om vattenmöllans tekniska funktion, och han lyckas på tre rader (vv.4-6) beskriva, om än bara antydningssvis, fyra av dess fundamentala delar:

a) Beskrivningen av vattenhjulet (v.4) ger oss nyckeln till frågan om möllans typ, och det är naturligt nog denna del av texten som blivit föremål för mest diskussion. Flera författare har här funnit det säkrast att inte ta ställning och menar att den poetiska friheten och den kortfattade beskrivningen inte tillåter mera exakta slutsatser.³¹ Bennett och Elton tog likväl utan motivering för givet att Antipater syftat på en skvalta,³² något som av Usher karaktäriseras som "at best a plausible but thin inference".³³ Idén togs emellertid åter upp av Curwen, vars resonemang är som följer: "In the first place, the nymphs are described as 'leaping down upon the top of the wheel'; this cannot possibly describe the undershot wheel of Vitruvius' mill; it could apply to the action of the water on an overshot wheel, if such existed at that time, which it almost certainly did not. But what it does describe most viv-

idly is the water pouring down the chute from a mill-race on to the horizontal floats or vanes of the wheel of a primitive vertical mill ...".³⁴ Curwens uppfattning delas av flera författare,³⁵ men har ingalunda fått stå oemotsagd. Parsons påpekar med rätta att "the poet can only have been thinking of an overshoot wheel; otherwise the picture suggested by κατ'ἀποράτην ἄλλόμενα τροχὴν quite loses its point".³⁶ Moritz förefaller ovillig att dra några definitiva slutsatser av texten, men vänder sig bestämt mot Curwens resonemang, påpekar att "the description fits an overshoot wheel much better" och varnar för hans sätt att förutsätta att överfallshjul inte existerat före 400-talet, fastän "the evidence is so scanty that its earlier existence cannot be ruled out".³⁷ Kiechle slutligen tar det, bl.a. med hänvisning till Parsons, helt för givet att Antipater syftar på ett överfallshjul.³⁸ Parsons har otvivelaktigt tryckt på den avgörande punkten: bilden av vattennymferna hoppande och dansande på hjulets topp är alltför konkret för att kunna syfta "to a water-mill in general",³⁹ och den blir lika meningslös vid skvaltans horisontella hjul som vid Vitruvius' underfallsdrivna.

b) När det fallande vattnet säges driva runt axeln (i singularis, v.5), menar Curwen att "the general impression is that the drive is direct from the wheel to the stones, *via* the shaft and the 'spokes'".⁴⁰ Moritz tillbakavisar emellertid detta resonemang och betonar att det faktum "that only the wheel, one shaft, the spokes ..., and the stones are mentioned in the epigram does not prove that the mill was not of the Vitruvian pattern, with two shafts and a gearing mechanism".⁴¹ Faktum är att en yttlig betraktare vid ett besök i en vitruviansk mölla knappast kan undgå att fästa sig vid den väldiga hjulaxeln, medan den mindre, vertikala axeln väcker avsevärt mindre uppmärksamhet, då den till stor del kommer att skymmas av kugghjulen, I motsats till Vitruvius syftar ju inte Antipater till att ge en tekniskt klar och i varje detalj korrekt beskrivning av kvarnverkets funktion.⁴²

c) Stor oklarhet råder om betydelsen av ordet ἀκτίς (v.5), som egentligen syftar på solens radiellt utgående strålar, men som i detta sammanhang givits fyra skilda betydelser. Närmast till hands ligger naturligtvis att som Ek tänka på vattenhjulets ekrar,⁴³ men häremot invänder Gow och Page: "Here the ἀκτίες are supposed by translators ... to be spokes, but in a water-wheel it is the 'revolving spokes' (Paton) which turn the axle, not *vice versa*".⁴⁴ Argumentet gäller i lika grad mot Steensbergs försök att identifiera dem med "skvatnmølleakselens kran af radiaert fremspringende skovle".⁴⁵ Mera logisk är då Curwen, då han tror att "the reference in this case is to the attachment of the top of the shaft or spindle to the upper mill-stone by means of radiating iron spokes, which is an occasional variant of the more usual iron rynd".⁴⁶ Hans uppfattning tillbakavisas dock bestämt av Moritz, som menar att "the 'win-ding spokes' are surely a more natural description of the latter [= a gearing mechanism] than of an iron dovetail".⁴⁷ Också Parsons anser att "the ἀκτίες ἑλκται must be, of course, the teeth of the *tympana dentata*",⁴⁸ och även om denna betydelse inte är vanlig, hänvisar Gow och Page till en parallell hos Heron, som kallar ett kugghjul τροχὸς ἀκτινωτός.⁴⁹

d) Uppgiften om de urholkade kvarnstenarna (v.6), slutligen, ger inge ytterligare informationer om möllans typ. Till buds stående fakta tycks mig dock mer än nog motivera en identifikation av Antipaters mölla som en överfallsdriven hjulkvarn. Av de synpunkter Curwen drar fram till stöd för skvaltteorien kan de flesta helt tillbakavisas ur sakliga eller grunder, och av de återstående kan ingen sägas äga bevisvärde.

1:1:8 Strabon

Att denna text inte ger oss möjlighet att dra några slutsatser om maskinens tekniska konstruktion, påpekas av många.⁵⁰ Vissa vill likväl göra gällande att det måste ha rört sig om en skvalta,⁵¹ men detta har med rätta tillbakavisats av Kiechle, som snarare tycks vilja uppfatta Kabeira-möllan som en hjulkvarn.⁵²

1:1:10 *Plinius*

Bennett-Elton, Curwen och Forbes antar utifrån allmänna överväganden att texten syftar på en skvalta.⁵³ Marquardt förde samman orden *verset* och *obiter* och ansåg detta syfta på en överfallsmölla,⁵⁴ medan samma uttryck fick Bloch att tänka på ett underfallshjul.⁵⁵ Om *obiter* faktiskt är att föra till *verset* förefaller mig det senare mera rimligt, men säkrast torde vara att helt avstå från spekulationer om vilken typ dessa möllor kan ha varit av.⁵⁶

1:1:16 *Cormacs mölla*

Flera författare tar för givet att Cormacs mölla varit en skvalta.⁵⁷ Det finns dock ingenting i texten som stöder ett sådant antagande.

1:1:21 *Ausonius*

Curwen menar att denna text "gives no indication of the type of mill, but one suspects that in a culture that could employ saw-mills corn-mills are likely to have been of the Vitruvian type", medan Brett anser det helt klart att vi har att göra med en underfallsmölla.⁵⁸ Att Ausonius talar om hjulkvarnar förefaller mig uppenbart. Det ligger naturligtvis nära till hands att misstänka underfallsdrift, men beskrivningen *praecipiti rotatu* ("framstupa rullning") för faktiskt snarare tankarna till ett överfallshjul. Några säkra slutsatser tillåter texten dock inte, annat än att skvaltans torde vara utesluten.

1:1:27 *Cassianus*

Denna text ger ingen klar uppfattning om möllans typ. Dock för uttrycket *meatus aquarum praeceps* ("vattnets framåtgående rörelse") snarare tanken till den vattenmassa som flyter fram under ett underfallshjul än det vatten som faller ned på ett överfallshjul eller en skvaltas horisontella skovelhjul.

1:1:29 *Vita S. Romani abbatis*

Beskrivningen av hur diakonen Sabinianus byggde en damm för att höja vattennivån *ad cursum rotalis machine* ("till den hjulförsedda maskinens lopp") gör det mindre sannolikt att vi skulle ha att göra med ett underfallshjul. En skvalta är tänkbar, men bäst mening ger historien om det i stället rör sig om ett överfallshjul, vars funktion är helt beroende av att vattnet leds fram på en nivå högre än hjulet självt.

1:1:35 *Vita S. Remigii*

När texten talar om att vattenhjulet började snurra baklänges (*rota molendini verti in inversum cepit*), måste anledningen ha varit en höjning av vattenståndet nedanför möllan. Det kan här inte rimligen röra sig om en skvalta; ett överfallshjul är tänkbart, men med all sannolikhet har vi att göra med ett underfallshjul, som omedelbart skulle påverkas på det sätt texten beskriver.

1:1:36 *Gregorius Turonensis*

De tekniska förutsättningarna påminner om dem som antyds i *Vita S. Remigii*, även om vattenhjulet här inte börjar rotera baklänges utan blir stående. Detta förhållande, liksom beskrivningen av damm- och kvarnrännebygget, gör att en skvalta inte helt kan uteslutas. Gleisberg menar att "die Erwähnung des Wehres ist ein klarer Beweis dafür, dass diese klösterliche Mühle mit unterschlächtigem Antrieb arbeitete",⁵⁹ men jag har svårt att inse varför närvaron av en damm skulle motivera denna slutsats.

1:1:37 *Prokopios*

Denna text säger ingenting direkt om Janiculum-möllornas konstruktion, men beskrivningen av de topografiska förhållandena uppfattades av Koehne som argument för att de varit överfallsdrivna, och jag har redan själv tidigare avslutat mig till denna åsikt.⁶⁰

2:2:3 Slutsatser

"Som regel påstås kategoriskt i speciallitteraturen att skvalt看 är äldre än den romerska kvarnen, hjulkvarnen. Av stor betydelse torde ha varit att Ben-net-Elton i sitt standardverk om kvarnar ansåg skvalt看 äldre. Deras bevis-föring är svag och författarna har själva konstaterat (!) att säkra skriftli-ga belägg för skvalt看 saknas under antiken. En rad goda forskare har anslu-tit sig till deras mening att skvalt看 var den äldsta vattenkvarnen. Psyko-logiskt-kritiskt synes det dock klart att samtliga delvis påverkats av ett typologiskt slentriantänkande: det enkla - skvalt看 - har föregått det kom-plicerade - hjulkvarnen."⁶¹

Ek är ensam om att konsekvent och ingående⁶² försöka tillbakavisa den helt förhärskande uppfattning, enligt vilken skvalt看 inte bara skulle vara äldre än hjulkvarnen utan dessutom under större delen av antiken ha förblivit den enda vattenkvarnen i aktivt bruk.⁶³ I synnerhet koncentrerar sig Ek på att påtala de sakligt oriktiga förutsättningar på vilka Curwen grundade sig, då han försökte dra slutsatser om antika förhållanden utifrån skvalt看的 terri-toriella utbredning i modern tid.⁶⁴ Avslutningsvis konstaterar Ek, "att det inte nu föreligger övertygande bevis för skvalt看的 existens vid vår tide-räknings början", men finner "å andra sidan ... knappast skäl att förneka möjligheten av typens tidiga uppkomst".⁶⁵ Ek kände de antika vittnesbörden endast i andra hand, och de som stod honom till buds var därtill få och pre-senterade på ett ofta mycket otillfredsställande sätt. Icke desto mindre bekräftar en noggrann analys av litterära och arkeologiska evidens, att hans skeptiska inställning till gängse uppfattningar var i grunden riktig.

En sammanställning av de slutsatser som kan dras utifrån det i min katalog presenterade källmaterialet ger oss sålunda inte mindre än nio säkra och lika många troliga exempel på hjulkvarnar, mot endast tredjedelen så många (4 + 3) skvaltor under samma tid. Av hjulkvarnarna drevs tre med säkerhet och fem sannolikt av underfallshjul, medan överfallsdrift kan konstateras med säker-het i fem fall och troligen i två. Summan blir åtta respektive sju exempel, vilket antyder en tämligen jämn fördelning mellan de båda varianterna.

Underfallskvarnen är säkert belagd redan i tidigaugusteisk tid hos Vitruvius (1:1:6). Arkeologiska exempel har påträffats vid Chesters (1:2:2) och Halt-whistle Burn (1:2:5), båda sannolikt från 200-talet; troligen dessutom vid Willowford (1:2:12) och de odaterade anläggningarna vid Saepinum (1:2:23) och Venafrum (1:2:25). Från 400-talet eller ca 500 äger vi troliga exempel i *Vita S. Remigii* (1:1:35), och på en av mosaikerna i Konstantinopel (1:3:4).

Överfallsmöllan har av vissa författare ansetts överhuvudtaget icke förekomma under antiken,⁶⁶ men det här presenterade materialet ger en helt annan bild. Typen kan anses säkert identifierad redan kring Kristi födelse i Antipaters epigram (1:1:7). Arkeologiskt känner vi flera exempel som går tillbaka tro-ligen till 200-talet, och åtminstone till följande århundrade: Caracallas thermer (1:2:21) och katakombmålningen i Coemeterium Maius (1:3:2), samt an-läggningen i Barbegal (1:2:17). Detsamma gäller sannolikt Janiculum-möllorna, även om de arkeologiska fynden inte är oss till hjälp här (jfr. 1:1:37). Från 400-talet stannar ett troligt exempel i *Vita S. Romani* (1:1:29), och ett sä-kert på Athens agora (1:2:27).

Det är sålunda påfallande att under- och överfallsmöllorna är likartat be-lagda inte bara rent kvantitativt. De förekommer båda över en stor del av det romerska imperiet, och deras respektive belägg fördelar sig likartat ock-så kronologiskt, med exempel såväl kring eller kort före Kristi födelse som under 200- och 400-talen. Allting tyder således på att de båda varianterna förekommit parallellt ända från äldsta tid, på samma sätt som de gjorde in i vårt eget århundrade. Båda typerna har varit väl kända, och det avgörande vid valet dem emellan har varit vilken som förefallit bäst lämpad för res-pektive kvarnställe. Ingenting ger oss anledning anta att några märkbara förändringar eller förbättringar av de båda typerna ägt rum under perioden.

Parsons påpekar med all rätt, hur nära Agora II anslute å ena sidan till Vitruvius mölla, å den andra till moderna överfallsskvarnar.⁶⁷ Den första väsentliga innovationen möter vi i början av 500-talet, då vissa av de olägenheter som var förknippade med underfallsmöllan kunde lösas genom införandet av skeppsmöllan, första gången nämnd år 537 i Rom (nedan, kapitel 4:1:1).

Av skvaltans påstått dominerande betydelse i äldre tid framskymtar föga eller intet vid en genomgång av källmaterialet. Med undantag för de ytterst tveivelaktiga fynden i Bolle (1:2:15), känner jag utanför Palestina endast två exempel på skvaltor under antiken: den turbinliknande möllan i Chemtou från 200-talet (1:2:44), och en större anläggning med mer än tio horisontella hjul nära Augusta Emerita i Spanien (1:2:19). Denna spridning kan synas peka mot en utbredning av typen från Sydvästasien, inte över Grekland och Italien som Bennett-Elton, Curwen och andra gjort gällande, utan längs den nordafrikanska Medelhavs-kusten till den Pyreneiska halvön i väster. Dock manar det sparsamma faktaunderlaget till försiktighet: Chemtou kan vara en isolerad företeelse snarare än exempel på en nordafrikansk förbindelse, och med hänsyn till att den allmänna svårigheten att belägga vattenmöllor arkeologiskt gäller i än högre grad för små skvaltskvarnar, skall vi inte bortse från möjligheten att sådana kan ha varit vanligt förekommande också i Europa, även om inga arkeologiska fynd är kända före 700-talet.⁶⁸

Utvecklingen i Palestina motiverar en särskild kommentar. Olyckligtvis är emellertid, som tydligt framgår av min katalog, alltför få fakta bekanta rörande de arkeologiska fynden där, varför jag till stor del måste basera min framställning på Avitsurs allmänna resonemang - vilka uppenbarligen i sin tur grundar sig på ett betydligt mera omfattande faktaunderlag än det han funnit för gott presentera för sina läsare.

De äldsta kvarnar Avitsur nämner i Palestina går tillbaka till det andra århundradet (bl.a. Ein Shogeq- och Yarkon-möllorna, 1:2:31,43; visserligen hänför han dem till vad han kallar "the third phase" av skvaltans utveckling, men medger att "nothing has yet been discovered locally of the first two phases".⁶⁹ De båda rent hypotetiska förstadiet Avitsur skisserar anser jag mig inte ha någon anledning gå närmare in på här. Den "tredje" fasen karaktäriseras av stora dammbyggnader, genom vilka större fall kunde skapas och mindre vattenmängder utnyttjas, och den dateras till de andra t.o.m. fjärde århundradena. Som det mest monumentala exemplet på denna fas nämns den väldiga damm- och kvarnanläggningen nära Ma'agan Michael (1:2:37; jfr. 1:2:19).

Ett nytt steg för att utnyttja mindre vattenmängder på effektivast möjliga sätt (och därmed skapa förutsättningar för konstruktionen av ännu fler kvarnar) togs under 400-talet eller möjligen något tidigare genom uppfinningen av *arubah* - en smal, cylindrisk byggnad fungerande som vattentorn, från vars nedre del vattnet släpptes ut under stort tryck mot det horisontella vattenhulets snedställda skovlar (1:2:32-36,39-41).⁷⁰ *Arubahns* samband med en skvaltskvarn står utom varje tvivel, och jag ser inga skäl att ifrågasätta Avitsurs uppfattning att skvaltans varit den dominerande kvarntypen i Palestina också tidigare. Ek menar, att man bör beakta att Palestina "vid den aktuella tidpunkten låg under det romerska väldet och att den vattenkvarn som påvisats inom detta är hjulkvarnen".⁷¹ Det kan inte uteslutas att hjulkvarnar förekommit i Palestina, men Avitsurs redogörelse för den bristfälliga vattentillgången inom området⁷² talar åtminstone mot uppfattningen att de kunna spela någon mera betydelsefull roll.

2:3 K V A R N V E R K E T S D E L A R

2:3:1 Vattenhjulet

Resterna efter vattenhjul avsedda att lyfta vatten i romerska gruvor, framför allt i Spanien och Portugal, har givit oss en god uppfattning om konstruktionen av sådana hjul överhuvud.⁷³ Men också om de vattenhjul som med säkerhet använts till att driya kvarnar äger vi tämligen exakta uppgifter.

Vitruvius' beskrivning (1:1:6) är tyvärr inte särskilt detaljerad på denna punkt. Om själva hjulets uppbyggnad säges egentligen ingenting - bara att man kring dess omkrets skulle fästa *pinnae, quae, cum percutiuntur ab impetu fluminis, cogunt progredientes versari rotam* (= "vingar, vilka, när de träffas av flodens anlopp, genom sin rörelse framåt tvingar hjulet att rotera"). Det rör sig här uppenbart om ett underfallshjul, liksom på en i detta avseende mera upplysande mosaik Konstantinopel (1:3:4). Från hjulaxeln utgår här tolv ekrar, fyra kraftigare och i mellanrummen mellan dem vardera två mindre. Denna indelning i större och mindre ekrar är något förvånande, men så tydligt markerad att den måste antas efterbilda en faktiskt existerande konstruktion.

Uppgifterna om att rester av ett underfallshjul skulle ha tagits till vara vid Haltwhistle Burn (1:2:5) har visat sig vara felaktiga, och när Simpson uppskattar hjulets diameter till mellan 3.05 och 3.65 m och dess bredd till 35.5 cm grundar sig detta av allt att döma endast på en bedömning utifrån faktorer som hjulschaktets storlek och dylikt.

Ojämförligt viktigast för vår kunskap om antika underfallshjul är fyndet från Venafrum (1:2:25). Enligt Jaconos rekonstruktion har det utgjorts av ett hjulnav med 74 cm diameter, kring vilket varit fästade arton skovelblad, 56 cm långa och upp till 30 cm breda. På sidorna begränsades skovlarna av 30 cm breda träringar. Hjulets totala diameter var 1.85 m. Hjulet saknar varje form av avgränsning innanför skovlarnas yttersta del, varför det inte kunnat användas för överfallsdrift. Det uppfattas följaktligen allmänt som ett underfallshjul, och som sådant kan det mycket väl ha fungerat. Dock bör påpekas, att konstruktionen fullständigt skiljer sig från den vi i övrigt möter på antika vattenhjul, där ekrar är regel och inte ett kraftigt nav. Det finns följaktligen skäl att beakta Schjølers tanke, att vi i stället skulle ha att göra med det horisontella hjulet till en skvaltmölla. Mot hans hypotes skulle möjligen tala hjulets diameter, som är anmärkningsvärt stor för ett sådant hjul. Det enda antika horisontalhjul vi i övrigt kan säga någonting om, det i Chemtou (1:2:44), har av hjulschaktets storlek att döma haft en diameter av 90 cm. Om de palestinska skvaltorna (1:2:31-43) liksom dem i Spanien (1:2:19) finns inga uppgifter i detta avseende.

Litterärt beskrives överfallshjulet endast av Antipater (1:1:7), som dock inte lämnar oss några närmare upplysningar om dess utseende och funktion - åtminstone inte annat än man vill identifiera hans ἀκτῖνες med vattenhjulets ekrar eller skovlar (ovan, kapitel 2:2:2). I Coemeterium Maius i Rom (1:3:2) finns emellertid en målning som visar oss dess konstruktion i detalj. Från hjulaxeln utgår här sexton lika stora ekrar, vilka i sin tur bär upp trettiofå kraftigt snedställda skovlar; kring dessas sidor löper två ringar av plankor. Förekomsten av sådana träplankor, "attached outside the spokes, not inside, as often in modern times", tycker sig Parsons kunna ana i spåren efter Agora-möllans hjul.⁷⁴

Den mellersta Agora-möllan (1:2:27) tillåter en exakt bestämning av hjulets diameter (3.24 m) och en tämligen tillförlitlig sådan av dess bredd (ca 54 cm). Diametern är anmärkningsvärt stor i jämförelse med andra antika möllor där detta mått låter sig uppskattas: Barbegal ca 2.20 m (1:2:17) och Caracallas thermer i Rom ca 2.40 m (1:2:21). Hjulets bredd är i allmänhet svårare att

bedöma, då vi härvid är hänvisade till gissningar med utgångspunkt från hjulschaktets storlek. Benoit föreslår ett mått mindre än 70 cm för Barbegal. Hjulen i Caracalla-möllan och den översta Agora-möllan i Athen (1:2:26) måste ha haft en bredd understigande 65 respektive 80 cm. Att döma av Prokopios' ord har de från Janiculum år 537 flyttade vattenhjulen placerats på båtar i Tibern, πόδας δύο ἀπ'ἀλλήλων διέχοντες.⁷⁵ Om denna uppgift är korrekt, kan vi för dessa hjul räkna med en bredd som nära ansluter till de 54 cm Parsons föreslår för Agora II.

2:3:2 Hjulaxeln

Vitruvius' beskrivning (1:1:6) måste här utgöra utgångspunkten: *Ad tornum aut circinum fabricatus axis, capitibus lamina ferratis, ... conlocatur in stipitibus habentibus in se sub capita axis ferreas lamminas* (= "En axel, som tillverkats på svarv eller med hjälp av en passare och som har ändarna klädda med järnbleck ... placeras på tråklossar försedda med järnbleck under axelns ändar"). Som påvisats av Parsons låter sig denna beskrivning illustreras på nästan varje punkt av möllan som grävs ut på Athens agora (1:2:27). Där var järnskoningen inte placerad vid axelns yttersta ändar utan ett stycke innanför, i form av en 4 cm bred metallkrage, men Vitruvius' ord ger oss inte en så exakt bild att vi måste se någon motsättning här. I Athen tycks vidare axelns yttersta del ha smalnats av, på samma sätt som på moderna vattenhjul, och en liknande iakttagelse har gjorts i Venafrum, där axeln börjar minska i tjocklek redan ca 20 cm från hjulets ena sida (1:2:25).

Från Athen och Caracallas thermer (1:2:21) känner vi de stenlager, i vilka axeländarna vilat. På Agora-möllan anser sig Parsons t.o.m. kunna finna bekräftelse på Vitruvius' uppgift om att man skjutit in tråklossar närmast under axelns ändar.

Axelns totala längd kan i Athen bestämmas till ca 3.50 m och i Caracalla-möllan i Rom till ca 2.90 m. Diametern har i Athen uppskattats till ca 21 cm, i Venafrum till ca 18.5 cm, vilket i jämförelse med senare tiders möllor måste sägas vara förvånansvärt lite; den nära överensstämmelsen mellan de båda måtten ökar dock deras trovärdighet. I Parsons' rekonstruktion är Athen-möllans axel cirkelrund i genomskärning, och så avbildas också hjulaxlarn på målningen i Coemeterium Maius i Rom (1:3:2) och på en mosaik i kejsarpalatset i Konstantinopel (1:3:4). Venafrum-hjulet anses av Jacono ha haft en cirkelrund axel, som vid själva hjulfästet övergick till kvadratisk genomskärning. Systemet förefaller lämpligt om man vill säkert fixera hjulet på axeln, och ingenting talar emot tanken att denna konstruktion varit den normala.

Parsons tar för givet att Agora-hjulets axel varit av trä. För Venafrums del är det uppenbart att så varit fallet, och även Vitruvius ger intrycket att tala om träaxlar. Med hänsyn till senare tiders praxis förefaller detta så uppenbart, att saken inte behövt diskuteras, om inte Richmond velat göra gällande att ett stenfragment från Chesters (1:2:2) och två från Lincoln (1:2:9) skulle utgöra delar av "stone hub cores". Då han inte försöker förklara hur detta skulle ha fungerat rent praktiskt, ser jag dock tills vidare inga skäl att ta förslaget på allvar.

Även Antipater (1:1:7) nämner hjulaxeln, dock utan att lämna några upplysningar av värde. Då en Talmud-text (1:1:14) nämner något som översatts som hjulaxel, torde detta snarare åsyfta den lodräta axeln i en skvalta än den horisontella hjulkvarnsaxeln som hittills diskuterats.

2:3:3 Kugghjulen

... *in uno capite axis tympanum dentatum est inclusum. Id autem ad perpendicularum conlocatum in cultrum versatur cum rota pariter. Secundum id tympanum maius item dentatum planum est conlocatum, quo continetur. Ita dentes tympani eius, quod est in axe inclusum, inpellendo dentes tympani plani cogunt fieri*

molarum circinationem. ("... ett tandat hjul är fäst i ena änden av axeln. Men detta, som är placerat lodrätt på högkant, vrids tillsammans med (vatten-) hjulet. Närmast detta är placerat ett större horisontellt hjul, också det tandat, av vilket det hålles fast. Genom att driva på tänderna på det horisontella hjulet tvingar således tänderna på det hjul som är fäst vid axeln kvarnstenarna att beskriva sin cirkelrörelse.").

Vitruvius' text (1:1:6) ger en klar bild av kugghjulets funktion, men har kompilerats genom emendationsförsök, som bl.a. syftat till att beskriva det horisontella hjulet som mindre än det vertikala i stället för större, så som handskrifterna säger. Ett viktigt stöd för handskrifternas version har varit Parsons' rekonstruktion av Agora-möllan (1:2:27), men det måste betonas att denna har vissa svagheter just beträffande utseendet av det horisontella kugghjulet.

Det vertikala kugghjulet i Athen har en diameter som uppskattats till 1.11 m, mot ca 1.20 m i Caracalla-möllan (1:2:21) och mindre än 1.10 m i Barbegal (1:2:17). Att döma av det av Vitruvius nyttjade ordet *tympanum* bör vi kunna utgå ifrån att kugghjulen varit utformade som massiva trähjul utan ekrar. Längs omkretsen anser Parsons att det vertikala kugghjulet i Athen varit klätt med metallbleck, medan kuggarna måste ha varit fästade i rät vinkel mot hjulet för att inte brytas. Också det senare förefaller vara ett rimligt antagande, även om det kanske något minskar tilltron till den teori som vill identifiera Antipaters ἀκτῖνες just med kugghjulets kuggar (1:1:7; jfr. ovan, kapitel 2:2:2).

För att lämna plats åt det vertikala kugghjulet öppnades en mölleggrav i kvarnkammarens golv, och sådana kan studeras på fyra platser (1:2:17, 21, 23, 27):

<i>Barbegal</i> 1-3 ⁷⁶	Längd 1.80	Bredd 1.00/1.10	Djup 0.70
<i>Caracallas thermer</i> 1-2	Längd 1.80	Bredd 0.80	
<i>Saepinum</i>	Längd 3.70	Bredd 2.30	Djup 1.30
<i>Agora II</i>	Längd 1.15	Bredd 1.10	Djup 1.40

Variationerna är således anmärkningsvärt stora - så mycket mera påfallande som vi tycks kunna räkna med en relativ enhetlighet i fråga om det vertikala kugghjulets diameter. Uppenbarligen har denna inte ensam varit avgörande vid bestämmandet av möllegravens storlek.

Att det horisontella kugghjulet kunnat vara större än det vertikala (för Agora-möllans del enligt Parsons 1.36 m mot 1.11 m) låter sig inte säkert bevisas. Däremot står det fullt klart, att det i senare tider gängse systemet med ett litet horisontellt stavdrev förekommit redan under antiken. Från kastellet Zugmantel vid tyska *limes* finns ett sådant drev bevarat, med två cirkelrunda träskivor förenade av sex järntenar.⁷⁷ Visserligen stammar detta exemplar med all säkerhet inte från en vattendriven kvarn, men fynden av två kvarnjärn från Great Chesterford (1:2:4) och Silchester (1:2:10), av vilka åtminstone de senare har fäste för ett liknande drev, skulle mycket väl kunna göra det. Under alla förhållanden var konstruktionen som sådan uppenbarligen känd åtminstone så tidigt som på 200-talet e.Kr.

2:3:4 Kvarnjärnet

Vitruvius är oss här inte längre till någon hjälp: handskrifterna nämner överhuvudtaget inte järnet, och först i Fra Giocondos supplerings möter vi det som *axis habens in summo capite subscudum ferream, qua mola continetur* (= "en axel, som i sin övre ända har en järnkrampa, av vilken kvarnstenen hålles fast"). Litterärt omtalas det först i några av de tidiggermanska lagarna,⁷⁸ och inte heller där får vi några upplysningar om dess funktion eller utseende. Vi är följaktligen helt hänvisade till arkeologiska evidens.

Från Great Chesterford (1:2:4) och Silchester (1:2:10) stammar järnstänger, 53 respektive 92 cm långa, som nära ansluter till det mera välkända exemplaret från Zugmantel⁷⁹ och med till visshet gränsande sannolikhet kan identifieras

som kvarnjärn - även om det inte är helt givet att de härrör just från vattendrivna kvarnar. De har en cirkelrund genomskärning, som på exemplaret från Silchester övergår till kvadratisk på den sträcka där stavdrevet har varit fäst. Exemplaret från Great Chesterford har även bevarat seglet, som här är utformat som tre flata "ekrar", ca 10 cm långa och 5 cm breda. En studie av huggningarna kring mitthålet i bevarade kvarnstenar visar dock att seglets utformning kunde variera åtskilligt.

Stenar som antagits utgöra underlag för kvarnjärnet har påträffats vid Haltwhistle Burn (1:2:5) och Willowford (1:2:12).

2:3:5 Kvarnstenarna

Vitruvius (1:1:6) nämner kvarnstenarna, men ger oss inga som helst upplysningar om dem. Antipater (1:1:7) talar om κοῖλα βόρη μυλόκων, vilket ordagrant betyder "kvarnstenarnas urholkade tyngder" - ett egenartat uttryck, om man betänker hur vattenkvarnens stenar normalt brukar se ut. Gow och Page uppfattar κοῖλα så, att vi skulle ha att göra med en timglasformad kvarn av samma slag som pompejanska djurkvarnar.⁸⁰ Tanken är inte orimlig: vid en tidpunkt då vattenmøllan uttryckligen presenteras som en nyhet, kan man mycket väl ha nöjt sig med att låta den redan existerande timglaskvarnen drivas av vattenkraft i stället för av djur. Om så faktiskt varit fallet, måste man dock mycket snart ha förändrat stenarnas utseende, för ingenstans har rester av en timglaskvarn påträffats på platsen för en antik vattenmølla.

Bland de arkeologiska fynden finns emellertid några stenar, som utan att alls uppvisa timglasform ändå har en så kraftig lutning på liggarens övre och löparens undre sida, att de med all rätt skulle kunna kallas "urholkade". Detta gäller framför allt en liggare från Barbegal (1:2:17. Fig. 12b) samt en liggare och en löpare från Haltwhistle Burn (1:2:5, no.1. Fig. 12e). Efter hand som man insåg att den kraftiga lutningen inte var av nöden för att det färdiga mjölet skulle komma ut ur kvarnen, tenderade man emellertid redan tidigt att göra stenarna allt planare, och redan i antik tid förekommer stenar där lutningen nätt och jämnt är urskiljbar (Fig. 12c-d). Samtidigt rätades naturligtvis också löparens konvexa översida ut och kan i undantagsfall t.o.m. vara konkav, som på ett exemplar från Athens agora (1:2:27, no.α).

Storleken är tämligen enhetlig. Störst diameter, knappt 90 cm, har liggaren från Barbegal; i övrigt växlar måtten mellan ca 80 cm (Janiculum i Rom, 1:2:22; Venafrum, 1:2:25), ca 72-82.5 cm (Agora II), och ca 64-78.5 cm (Haltwhistle Burn). Helt isolerade står stenarna från Beth Shean (1:2:30) med diameter mellan 53 och 55 cm - deras sammanhang med vattendrivna kvarnar är heller inte säkert fastlagt. Tjockleken varierar däremot kraftigt. Liggarna kan ha en höjd av upp till 45 cm (Barbegal), medan exemplaret från Agora inte är tjockare än 8 cm; mitt emellan dessa mått faller Haltwhistle Burn (23.5 cm) och Venafrum (ca 25 cm). Löparna har i allmänhet en tjocklek av 10-15 cm, men yterligheterna uppgår till ca 15-20 cm (Janiculum) respektive ca 3-8 cm (Agora II). Det senare måttet är naturligtvis resultatet av extrem förslitning, medan man torde kunna räkna med en normal ursprungstjocklek någonstans kring 15 å 20 cm.

Det är intressant att notera, att såväl på Athens agora som vid Haltwhistle Burn - de enda platser från vilka ett flertal bevarade kvarnstensfragment blivit ordentligt publicerade⁸¹ - diametermåttet varierar påtagligt mellan de olika stenarna. Vid båda möllorna påträffades endast en liggare, mot fem respektive fyra löpare. Detta skulle i och för sig kunna tolkas så, att man sparat mer eller mindre utslitna löpare som en gång tillhört en och samma liggare, men mot denna förklaring talar inte bara de skiftande diametermåtten utan framför allt den skiftande lutningen på löparnas undersidor: på båda platserna finns endast en löpare som med fördel kan passas samman med liggaren. Dessa problem berörs inte av Parsons beträffande Agora, men väl av Wilson beträffande Haltwhistle Burn: "I would suggest ... that this was a new machine and

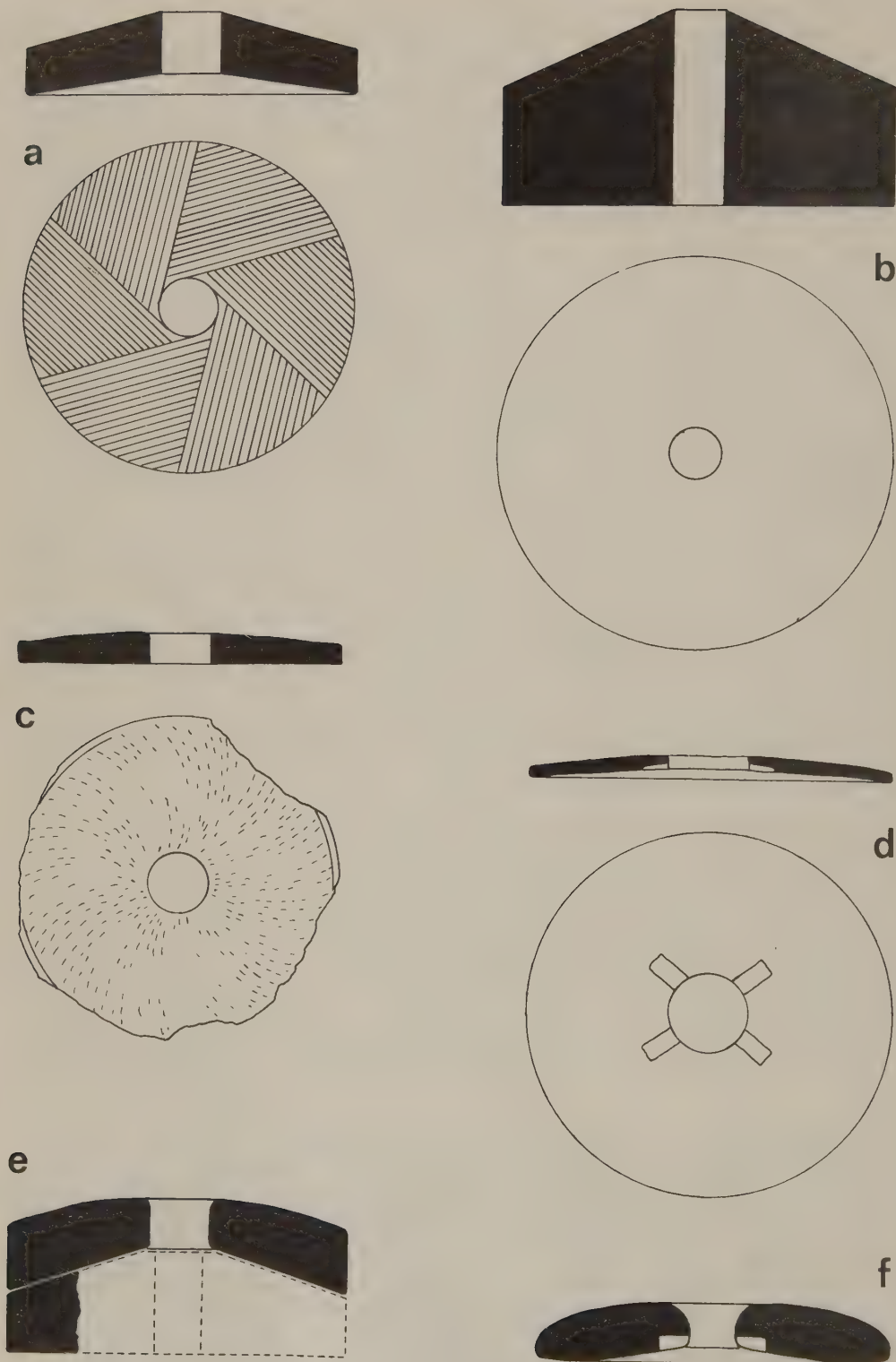


Fig. 12

that the people who operated it were not sure what were the best sizes and shapes of millstones to use. ... It may even have been found to be worthwhile to rig larger stones in winter when there was plenty of water, than in summer when it was in short supply."⁸²

Förutom de stenar som med säkerhet härrör från vattendrivna kvarnar finns en grupp, som efter fynden i Saalburg kommit att kallas "stora Saalburg-stenar". Dessa är till utseende och funktion identiska med vattenkvarns-stenarna, och många av dem har säkert också använts vid vattendrivna kvarnar, men som framgår just av fynden från Saalburg måste vi räkna med möjligheten att de även kan ha använts vid andra kvarntyper, drivna av djur eller eventuellt av människor, där drivkraften överförts till stenarna underifrån genom ett hål i liggarens mitt.⁸³ Sådana stenar har påträffats i England (1:2:1,3,13), Tyskland (1:2:16) och Italien (1:2:20).

Kvarnstenarnas mitthål har ett tämligen enhetligt diametermått: Barbegal ca 12 cm; Janiculum ca 15 cm; Agora II, fyra stenar mellan 13 och 14.5 cm, två stenar 18 respektive 18.5 cm. Att dessa smärre variationer inte står i samband med stenarnas storlek, visas av fynden från Athen: av de båda stenar som har störst hål har den ena störst och den andra minst diameter bland de sex som påträffats där. Kring mitthålet i löparen är sedan uthuggna fästen för järnseglet, vilka kan vara utformade mycket olika; exempel har publicerats från Woolaston och Athen.

Den i senare tid regelmässigt förekommande mönstringen av stenarnas malytor omnämns litterärt redan i karolingisk tid.⁸⁴ I samband med de säkra arkeologiska fynden nämns en sådan mönstring endast i ett fall, liggaren (sten *d*) från Athens agora, som har "innumerable tiny channels on its upper face running in a whirling pattern from centre to edge";⁸⁵ se Fig. 12c. Däremot förekommer mönstring såväl på stenarna från Woolaston, som anses härröra från en vattenmølla, som på de stora stenarna från Saalburg (Fig. 12a), som visserligen inte gör det men ändå i andra avseenden helt ansluter till vattenkvarnarnas stenar. Det tycks mig följaktligen finnas goda skäl anta att mönstringen varit vanlig redan under antiken.

Materialet i stenarna är antingen vulkanisk lava/basalt (Barbegal, Venafrum, Athen) eller grovkornig sandsten (Haltwhistle Burn, Woolaston). Sandstenen är lokal, medan den för ändamålet effektivare basalten kunde fraktas långa sträckor. Många engelska kvarnstenar, handkvarnar såväl som större, är tillverkade av lava från Andernach vid Rhen,⁸⁶ och om emendationen av Antipaters epigram är korrekt, stammade hans stenar, liksom många andra, från ön Nisyros utanför Mindre Asiens kust (ovan, kapitel 1:1:7, med n.18).

Den plattform av trä, på vilken stenarna vilat, är normalt helt försvunnen. Endast vid två kvarnar, Barbegal och Agora II, har man påträffat spår i golv och väggar, som kunnat ge åtminstone någon antydning om dess utseende (jfr. Fig. 8).

2:3:6 Ifyllningstratten

Tratten som haft till syfte att successivt tillföra kvarnstenarna ny mald omnämns endast av Vitruvius (1:1:6): *In qua machina inpendens infundibulum subministrat molis frumentum* (= "En i denna maskin upphängd tratt förser kvarnstenarna med spannmål"). Då den med all säkerhet varit gjord av trä eller annat förgängligt material, är det knappast förvånande att inga rester efter sådana trattar har påträffats. En viss uppfattning om deras utseende torde vi dock kunna få genom avbildningar av liknande anordningar på djurdrivna timglas-kvarnar.⁸⁷

2:4 O M G I V A N D E K O N S T R U K T I O N E R

2:4:1 Vattnet

Det är en vitt spridd föreställning, att antika vattenkvarnar till övervägande delen skulle ha varit beroende av akvedukter för sin försörjning.⁸⁸ Om så verkligen hade varit fallet skulle de med nödvändighet ha förblivit en ganska sällsynt företeelse, men de fakta som står till vårt förfogande ger i själva verket en helt annan bild.

Det förekom obestriddligen att akvedukter användes på detta sätt. Mest bekanta är Janiculum-möllorna i Rom (1:1:37, 1:2:22); ett annat exempel är troligen möllan i Caracallas thermer (1:2:21; jfr. 1:1:23). Vi känner emellertid endast ett exempel på en akvedukt som förefaller ha byggts enkom för att försörja en mölla, nämligen Barbegal (1:2:17). I stället möter vi i Konstantinopel uttryckliga förbud mot denna användning (1:1:33), och kvarnarna på Athens agora (1:2:26-28) talar snarare emot än för en sådan under antiken: först på gränsen till medeltiden, då vattenledningen förlorat sin tidigare funktion, kunde dess vatten utnyttjas för industriella syften.

I stället var det, under antiken liksom i senare tid, nästan genomgående floder och mindre vattendrag som fick stå till tjänst (1:1:6, 13, 21, 26, 29, 36; 1:2:5-7, 9, 11, 12, 15, 25, 37, 38, 43, 44; 1:3:4). Enklarest skedde detta helt enkelt genom att ett underfallshjul sänktes ned i strömmen. Det är ett sådant hjul som beskrives av Vitruvius (1:1:6) och ett sådant som avbildas ett halvt årtusende senare på en mosaik i Konstantinopel (1:3:4). Nackdelarna med systemet var dock avsevärda (jfr. nedan, kapitel 4:1:1), och det är tydligt att man redan tidigt på olika sätt försökte undvika dem. I den äldre möllan vid Ickham (1:2:6) hade flodfåran klätts med plankor för att bättre leda vattnet mot vattenhjulet, och på många håll fördes vatten från själva flodfåran till en särskild kvarnränna (nedan, kapitel 2:4:4), varigenom möjlighet skapades både att reglera vattennivån och att vid behov helt stänga av vattentillförseln till hjulet.

2:4:2 Dammen

Helt avgörande för vattenmöllans möjligheter att nå större spridning och betydelse var skapandet av fördämningar och dammanläggningar, vilkas utformning och funktion kunde ta sig mycket skiftande former. Grundläggande torde i många fall ha varit en önskan att försäkra sig om en jämn och säker vattentillgång oberoende av årstid och väderlek, men väl så viktig var strävan att skapa större fallhöjd för att öka hjulets effektivitet eller för att överhuvudtaget göra det möjligt att utnyttja ett överfallshjul (1:1:29?).

Konstruktionen av sådana fördämningar beskrivs detaljerat i litteraturen (1:1:29, 36), och eventuellt äger vi rester av liknande anläggningar vid Haltwhistle Bur (1:2:5) och Bolle (1:2:15). Tvärs över flode drevs ned två rader av kraftiga pålar, vilka flätades samman med vidjor, och mellanrummet fylldes med stora stenar och halm e.dyl. Detta är en konstruktion som skulle komma att bli regel; den möter oss in i modern tid, och vare sig de utnyttjade materialen eller sättet att bygga dammen förändras märkbart.⁸⁹

Av helt annat slag är de dammar som användes i Palestina (1:2:31, 37, 42?). Här rör det sig i stället om väldiga kvaderkonstruktioner för olikartade ändamål, i vilkas murverk lämnats öppningar för vattnet att via en stupande rädda driva skvaltkvarnar på andra sidan. Till samma grupp kan hänföras den dammbyggnad, utgångspunkten för en akvedukt till Augusta Emerita, som uppges ha utnyttjats för att driva en rad skvaltor i det romerska Spanien (1:2:19).

En tredje grupp utgöres av de ändreservoarer för akvedukter, som fungerat som kvarndammar för anläggningarna i Barbegal (1:2:17) och på Janiculum (1:2:22).

Det rör sig här om betonggjutna triangulära eller rektangulära fördelningsbassänger av det slag som normalt avslutade romerska akvedukter vid inträder i en stad. I viss mån besläktade är de tornliknande byggnader med cylindriska bassänger som utgjort reservoarer för *arubah*-möllorna i Palestina (1:2:32-36, 40,41; jfr, ovan, kapitel 2:2:3), även om dessa hade den ytterligare funktionen att skapa ett extre stort tryck på vattnet som sprutade ut mot de horisontella vattenhjulen. Detsamma gäller den likartade bassängen i Chemtou (1:2:44), där vattnet i stället utövade sitt tryck direkt ned på ett underst i bassängen befintligt hjul.

2:4:3 Dammluckorna

De luckor varmed man reglerade vattenflödet från dammen till kvarnrännan har säkert alltid varit av trä, och av sådana äger vi inga rester från antiken. Däremot har på flera platser påträffats de "sluice stones", vari de varit fixerade. Bäst publicerade är fynden från Janiculum (1:2:22), men likartade konstruktioner är kända också från Saepinum (1:2:23) och Chemtou (1:2:44). Det rör sig här om ett slags stenpelare placerade på ömse sidor om rännan och försedda med ca 4 cm breda vertikala skåror, i vilka träluckan löpt upp och ned.⁹⁰ Systemets effektivitet bekräftas av att samma konstruktion förekommer vid italienska kvarnar in i nyare tid.

De luckor som nämns vid Ma'agan Michael (1:2:37) mellan den stora dammen och stuprännorna uppges ha varit av liknande slag.⁹¹ Däremot tycks man vid den yngre Ickham-möllan (1:2:7) ha utnyttjat en konstruktion helt i trä, med fästen av två ekpålar, som mera påminner om de luckor vi senare möter i Väst- och Nordeuropa.

2:4:4 Kvarnrännan

Den ränna som ledde vattnet fram till hjulschaktet anses av Curwen ursprungligen vara specifikt förbunden med skvaltkvarnen,⁹² men ingenting talar egentligen för att så skulle ha varit fallet. En ränna av detta slag är av betydelse vid alla kvarntyper - den är lika nödvändig vid överfallskvarnen som vid skvaltän, men också vid underfallskvarnen om man vill undvika de olägenheter det medförde att sänka ned vattenhjulet direkt i floden.

I de fall möllan försörjdes av en akvedukt utgjordes kvarnrännan helt enkelt av en förlängning av denna (1:2:17,21,22?,26-28; jfr. 1:1:37), och av liknande slag var de helt uppbyggda rännor som ledde vattnet till skvaltorna i Farod (1:2:32-36) och Chemtou (1:2:44), liksom stuprännorna vid Ma'agan Michael (1:2:27).

I övrigt möter vi emellertid en helt annan konstruktion, ett grävt dike eller artificiell bäckfåra med en bredd av ca 1.40-1.50 m och ett djup av ca 75-85 cm (Chesters, 1:2:2; Haltwhistle Burn, 1:2:5; Ickham II, 1:2:7).⁹³ Vid den äldre möllan i Ickham (1:2:6) var sidorna på själva flodfåran klädda med träplanor (jfr. Bolle, 1:2:15). De något yngre kvarnrännorna har en motsvarande klädsel av plankor (Ickham II), stora stenar (Chesters) eller en kombination av båda materialen (Haltwhistle Burn). Vid de två exempel som är kända från litteraturen (1:1:36) nämns ingenting om konstruktionssättet men heller ingenting som ger skäl misstänka att de skulle ha skilt sig från de här diskuterade. De utgick liksom de tidigare nämnda exemplen (med möjligt undantag för Chesters) från själva floden, och detsamma gäller med säkerhet den större anläggning som påträffats vid Wherwell (1:2:11). Här har en upp till 7.50 m bred och 1.20 m djup kanal kunnat följas i så mycket som 135 m, innan den delar sig i två mindre, drygt 2 m breda kvarnrännor. Hur lång den ursprungligen varit låter sig inte fastställas, men av tidigmedeltida exempel vet vi att man inte tvekade att gräva också mycket långa kvarnrännor, då detta ansågs nödvändigt. En tidig irisk lag fastslår kvarnbyggarens rätt att vid behov dra sin ränna över annans mark,⁹⁴ och den helige Sturm berömmes för att kring mitten av 700-talet ha byggt en ovanligt lång kanal vid Fulda enkom för att kunna efterleva Benedictus' rekommendation att ha möllan inne i själva klostret.⁹⁵

2:4:5 Hjulschaktet

Liksom ett underfallshjul kunde sänkas direkt ned i en flod eller ett mindre vattendrag kunde det utan särskilda anordningar placeras i en kvarnränna. Exempel på detta äger vi vid Chesters (1:2:2) samt möjligen vid Willowford (1:2:12) och Janiculum i Rom (1:2:22), för den händelse fynden där verkligen är att uppfatta som kvarnkamrar snarare än vattenreservoarer. Vid Haltwhistle Burn (1:2:5) vidgas dock rännan och blir djupare på den plats där vattenhjulet måste ha suttit, och vi kan tala om ett rudimentärt hjulschakt, med sidorna byggda av stora basaltblock.

Verkliga hjulschakt känner vi från flera håll (1:2:17,21,23,26,27). Deras dimensioner är följande:

<i>Barbegal</i> 1	Längd 5.20	}	Bredd 1.10 (2.20)	Djup 2.60
2-5	Längd 4.75			
6-8	Längd 6.00			
<i>Caracallas thermer</i>	Längd 4.20		Bredd 1.35	Djup 1.50
<i>Saepinum</i>	Längd ca 5.50		Bredd ca 1.10	Djup ca 2.00
<i>Agora I</i>	Längd 6.40		Bredd 0.80	
<i>Agora II</i>	Längd 5.50		Bredd 0.80 (1.10)	Djup 4.20

Hjulschaktens längd varierar således mellan 4.20 och 6.40 m, siffror som avsevärt överstiger vattenhjulets beräknade diametrar. Caracalla-möllan ensam utnyttjar ändå schaktets hela längd genom sin speciella konstruktion med två överlappande hjul. Denna konstruktion motiverar också bredden 1.35 m - anmärkningsvärt mycket i förhållande till övriga schakt, där den varierar mellan 0.80 och 1.10 m. De högre måtten vid Barbegal (2.20 m) och Agora II (1.10 m) innefattar en trappa respektive en avsats längs hjulschaktets långsida. En liknande avsats, men här belägen utanför själva schaktet, förekommer i Caracallas thermer; deras funktion har säkert varit att göra det lättare att inspektera eller reparera hjul och axlar.⁹⁶ I Caracalla-möllan har lämnats ett smalt utrymme mellan hjulschaktets ena kortsida och väggen för att bereda tillträde till avsatsen, i Athen har man måst klättra ned till avsatsen utifrån.

De största måttsvariationerna gäller schaktens djup. Detta motiveras delvis av de lokala förutsättningarna, men siffrorna är heller inte helt jämförbara. Det förhållandevis låga måttet i Saepinum hänger samman med det faktum att vi där har att göra med en underfallsmölla utan krav på större nivåskillnader. I Caracallas thermer har djupet mätts från avsatsens golvnivå, men på övriga sidor omgärdas schaktet av murar, och om måttet beräknats från dem skulle siffran ha blivit avsevärt högre.

Av skvaltorna skall här endast nämnas Chemtou (1:2:44), vars cylindriska vattenreservoar samtidigt fungerade som hjulschakt för det horisontella hjulet.

2:4:6 Avloppet

Om kvarnhjulet sänktes direkt ned i ett vattendrag, förelåg naturligtvis normalt inga problem med att omhänderta avloppsvattnet, men i övrigt var man tvungen att finna ett effektivt sätt att leda undan detta, för att undvika risken att hjulet skulle översvämmas (jfr. 1:1:36). Där kvarnrännan var avledd från en flod, lät man den helt enkelt fortsätta för att åter ansluta till denna, helst på så mycket lägre nivå att översvämningsrisken kunde elimineras (1:2:2,5?,11?).

I de fall vattnet härrörde från en akvedukt kunde komplikationerna bli större. På flera håll kan vi se hur man sökt utnyttja en större fallhöjd genom att fördela den på en rad kvarnar anlagda i trappstegsform, varigenom den enas avlopp kom att utgöra kvarnränna åt den närmast följande. På Athens agora (1:2:26-28) är lutningen svag, varför de tre möllorna där har måst anläggas på ganska långt avstånd från varandra. Vattnet släpptes ut genom en öppning längst ned på hjulschaktets kortsida och ledde först under, sedan över jord fram till nästa mölla. Vi Farod (1:2:32-36) möter vi tre skvaltkvarnar anlagda på liknande sätt, om än i mera påtaglig anslutning till varandra. I Barbegal (1:2:17), och

med säkerhet även på Janiculum i Rom, har slutligen en rad möllor på detta sätt förts samman till en enhetlig anläggning. I Barbegal har man emellertid i sin strävan att utnyttja fallhöjden maximalt fått problem med avloppet från de båda nedersta hjulschakten, som placerats på en nivå lägre än den omgivande slätten. Här har man måst konstruera åtminstone 500 m långa avloppsledningar för att föra vattnet tillräckligt långt bort från kvarnen.

2:4:7 Kvarnbyggnaden

I två fall, Chesters (1:2:2) och Caracallas thermer (1:2:21), har en vattenmølla inrymts i redan existerande byggnader, men annars har vi genomgående att göra med kvarnbyggnader som uppförts speciellt för sitt ändamål. I senare tid byggdes kvarnarna ofta i trä, och vi har belägg för att så förekommit redan under antiken – dock är de bevarade resterna högst obetydliga. Vid den äldre Ickham-møllan (1:2:6) fann man spår efter en byggnad som vilat på pålar nedslagna i själva strömfåran, och vid den yngre (1:2:7) fanns liknande rester efter tre olika träbyggnader i anslutning till kvarnrännan. Om dessa byggnaders utseende kan ingenting närmare sägas, men i synnerhet för den äldre kvarnbyggnaden ligger det nära till hands att göra en jämförelse med de trähus som uppförts i liknande position vid senare tiders skvaltkvarnar i Nordeuropa.⁹⁷ Samma tanke har föresvävat Steensberg i hans försök att sätta byggnadsresterna vid Bolle (1:2:15) i samband med en skvalta.

Av stenbyggnaderna är det framför allt två som påträffats tillräckligt välbevarade för att tillåta närmare slutsatser, Haltwhistle Burn (1:2:5) och Agora II (1:2:27). Deras yttermått är i det närmaste identiska, 6.93 x 4.77 m respektive 7.00 x 4.60 m, men de inbördes likheterna är mindre än måtten antyder, eftersom Agora-møllan byggts in i en redan existerande vinkel av stadsmuren och därigenom fått en icke helt rektangulär plan. Båda byggnaderna hade dörren placerad i anslutning till ett hörn, och i Athen har man dessutom kunnat konstatera existensen av ett fönster i väggen mot hjulschaktet. I Agora-møllan har man vidare funnit en brunn och vattenledningar i golvet; taket har varit täckt av tegel. Just en sådan mølla är det sannolikt som avbildas på en mosaik i Konstantinopel (1:3:4): en rektangulär byggnad med tegeltäckt sadeltak, vattenhjul på långsidan och två fönster högt uppe på gaveln. Resterna av Agora I (1:2:26) är tyvärr alltför obetydliga för att vara till hjälp i detta sammanhang, och den byggnad som påträffats vid Wherwell (1:2:11) tycks inte vara själva møllan.

I Barbegal (1:2:17) slutligen, och med säkerhet även på Janiculum i Rom, har funnits större och mera omfattande byggnader, som inom sig inneslutit ett större antal kvarnkammare. De är av intresse i sig, men saknar betydelse för vattenmøllans fortsatta utveckling.

2:5 E F F E K T

Avgörande för våra möjligheter att rätt värdera den betydelse de mekaniserade kvarnarna, djudrivna såväl som vattenkraftsdrivna, kom att få i det antika samhället är en jämförelse med de kvarntyper som förekom tidigare. Även med användande av den roterande handkvarnen, vilken genom Moritz' forskningar visat sig finnas belagd först vid ungefär samma tidpunkt som den djudrivna kvarnen, i början av det andra århundradet f.Kr.,⁹⁸ är det anmärkningsvärt hur mycket arbete som måste ha ägnats just åt malningen av brödsäd.

Då nästan identiska handkvarnar varit i bruk in i vårt eget århundrade, är möjligheterna goda att uppskatta dessas effekt. De uppgifter som förekommer i

modern etnografisk litteratur⁹⁹ kan skilja sig avsevärt inbördes, men sammanfattningsvis förefaller det inte överdrivet hävda att inom samhällen med ett kosthåll baserat på bröd bakat på handmalet mjöl åtminstone en tiondel av den tillgängliga arbetskraften måste ha varit sysselsatt på heltid med att mala spannmål.

Här innebar redan den djurdrivna kvarnen ett viktigt framsteg; enligt Forbes beräkningar kan dess effekt ha uppgått till 0.4 å 0.5 hk. Mycket riktigt spreds också uppfinningen hastigt över stora delar av det romerska riket, även om dess användning tycks ha varit koncentrerad till städerna.¹⁰⁰

Den verkligt stora, kvalitativa förändringen kommer emellertid först med den vattendrivna kvarnen - inte bara i den meningen att man nu tog en icke-animalisk naturkraft i bruk, utan också vad avser den effekt som kunde uppnås. Före 1800-talets utvecklande av effektiva turbinhjul kunde vattenhjulen visserligen tillvarata endast en ganska begränsad del av vattnets potentiella kraft,¹⁰¹ men icke desto mindre har man beräknat den faktiska effekten vid sådana hjul till så mycket som 4.7-5.8 hk.¹⁰² Enligt Forbes skulle skvaltans effekt inte ha varit större än den djurdrivna kvarnens,¹⁰³ men för detta påstående finns knappast skäl. I senare tider skiljer sig inte skvaltans förmålningskapacitet på ett så avgörande sätt från hjulkvarnens, och det finns ingen anledning anta att skillnaden skulle ha varit större under antiken.¹⁰⁴

I två fall, Venafrum (1:2:25) och Barbegal (1:2:17) har försök gjorts att mera konkret beräkna effekten på enskilda antika vattenmøllor. För dessa beräkningar lämnar jag här en kortfattad redogörelse, men anser det dock värt påpeka att de osäkra faktorerna i båda fallen är så många, att resultaten måste behandlas med stor försiktighet.¹⁰⁵

Beträffande Venafrum räknar Jacono med en fallhöjd på ca 4 m, vilket enligt honom skulle ge 93 liter vatten per sekund i kvarnrännan. Vattnet träffade hjulet med en hastighet av 8.85 m per sekund, och av dess potentiella effekt av minst 5 hk kan hjulet ha utnyttjat ca 3 hk. Med hänsyn till hjulets storlek kan det antas ha roterat 46 varv i minuten, varigenom man med kvarnstenar av det slag som anträffats på platsen bör ha kunnat mala ca 150 kg spannmål i timmen.¹⁰⁶

Beträffande Barbegal refererar Benoit en beräkning som utförts av ingenjören M. Ch. Arnould, på grundval av uppgifter hos Bélidor och experiment utförda 1834 med kvarnverk av dimensioner påminnande om Barbegals. Enligt Arnould skulle man med så små kvarnstenar kunna producera endast 15 å 20 kg mjöl i timmen, vilket ger 240 å 320 kg för hela anläggningen, under förutsättning att varje hjul drev endast ett stenpar.¹⁰⁷

En ny beräkning gjordes knappt tio år senare av Sagui. Denne uppskattade akveduktens kapacitet till ca 1 m per sekund, vilket skulle ge en kraft av ca 260 hk. Med en verkningsgrad av högst 65% har varje vattenhjul utnyttjat högst 11 hk. Barbegals sexton hjul kunde driva trettiotvå stenpar, som utnyttjade 5 hk vardera. Kvarnstenar av den här aktuella storleken kan ha malt 45 kg spannmål i timmen vid en rotation av ca ett varv per sekund. För hela kvarnen skulle detta ge 28 ton mjöl per dygn - en kvantitet tillräcklig för att försörja ca 80.000 människor.¹⁰⁸

Dessa båda skiljaktiga beräkningar av Barbegals produktionskapacitet blandas helt samman av Forbes.¹⁰⁹ Den ende författare som senare diskuterat frågan är Landels, vilken för vart och ett av de sexton vattenhjulen föreslår "a theoretical power output of just under 4 h.p. (nearly 3000 watts), and an actual output of perhaps 2-2 1/2 h.p."¹¹⁰

Någon verklig klarhet når vi således icke med detta slags beräkningar. För en mera konkret bild av vad vattenmøllans genombrott faktiskt betytt måste vi vända oss till några av de äldsta västeuropeiska jordeböcker som bevarats: den franska *Polyptyque de Saint-Germain des Prés* från början av 800-talet och den engelska *Domesday Book* från åren 1085-1086. I den förra förtecknas en mølla på

ca 220 personer,¹¹¹ i den senare en mölla på femtio familjer¹¹² - siffror som torde vara i stort sett likvärdiga och stå i samband med den mängd mjöl en genomsnittlig vattenkvarn kunde producera. I stället för att ha en person av tio sysselsatt med sädesmalning kunde man alltså numera klara sig med en av 220 - en värtalig bekräftelse på de förändringar vattenmöllan hunnit medföra sedan Antipater första gången uppmanade kvarnpigorna att vila från sitt mödosamma värv.

KAPITEL 2. NOTER

- 1 Detta får självfallet inte fattas så, att han skulle ha saknat en användbar benämning, så som menas av Bennett-Elton II 1: "Still, for nearly four centuries after their introduction watermills had been practically nameless. When first the Greeks and next the Romans originally learned of watermills, ... they did not even term them 'mills'."
- 2 Curwen 143.
- 3 Beckmann II 12 n.25.
- 4 CGL II 462,7, III 358,9 och 371,41. Jfr. *ibid.* III 306,53, 505,31 och 505,33.
- 5 CGL II 462,17. Jfr. *ibid.* II 521,19.
- 6 Achmet, *Oneirokritika* 195.
- 7 Dock ej i det här citerade textpartiet (1:1:37), utan i dess fortsättning: Prokopios V 19,20-24.
- 8 Parsons 81 n.1.
- 9 Cato, *De agri cultura* 10,4 och 11,4. För andra belägg, se TLL VIII 1333-1336, s.v. *1.mola*.
- 10 NGML, Vol.M-MOZ 701, s.v. *1.mola* 3c.
- 11 CGL II 462,7.
- 12 För yngre exempel, se Du Cange I 348, s.vv.; MWBA I 848, s.vv. De båda dokument i MGH Dipl.Karol. I där ordet *aquimola* förekommer (pp.363-367 no. 254; pp.476-478 no.316) är förfalskningar från 1000- respektive 1200-talen. Helt missvisande är följaktligen den skiss av utvecklingen som Curwen ger i sitt kapitel "Nomenclature" (Curwen 143).
- 13 *Pactus legis Salicae* XXII 1-2; *Lex Visigothorum* VII 2,12, VIII 4,30; Caes Arel., *Sermones* VIII 4, p.45; Greg.Tur., *Vitae patrum* XVIII 2 (1:1:36). I övrigt använder Gregorius genomgående formen *molina* (*Hist.Franc.* III 19, VII 14, 25 = MGH Scr.rer.Mer. I, pp.129, 299, 306).
- 14 För att beteckna en kvarn som inte drives med vattenkraft förekommer ordet redan hos Pseudo-Cyprianus (*Pasch.* 11) år 242/243. Jfr. Paulus i *Digesta* XXXIII 7,18,2-5 och CIL VI 39233 (1:1:11).
- 15 Se NGML, Vol.M-MOZ 706-726.
- 16 Tidigast belagt i *Pactus legis Salicae* XXII 3, XXXI 3.
- 17 Beträffande användningen och betydelsen av dessa ord i tidigmedeltida dokument, se närmare Koehne 12-13 och Aebischer, *passim*.
- 18 *Pactus legis Salicae* XXII 3, respektive *Lex Visigothorum* VIII 4,29 och Gregorius av Tours (1:1:36). Jfr. Koehne 14-15.
- 19 *Lex Visigothorum* VIII 4,30.
- 20 Samma ord förekommer hos Cassianus (1:1:27) i ett sammanhang där det måste åsyfta just kvarnstenarna och inte möllan i dess helhet. Ausonius' benämning *cerealia saxa* (1:1:21) är ett poetiskt uttryck utan intresse i detta sammanhang.
- 21 *Pactus legis Salicae* XXII 2. Det är naturligtvis just denna detalj Gregorius av Tours (1:1:36) åsyftar, då han beskriver vattenmöllans beståndsdelar med orden *lignum*, *lapis*, *ferrum* ("trä", "sten", "järn").
- 22 Jfr. Wikander 1976, 18-19, samt där citerad litteratur. I länder med begränsad industrialisering och kvarlevande agrara kulturmönster bevarar vattenmöllan fortfarande sin betydelse; se t.ex. Gade, *passim*.
- 23 Wadström 117-133, respektive 133-134.
- 24 På engelska kallas skvalt看 sålunda omväxlande "Greek", "Norse", "Danish", "horizontal" och "vertical" mill, hjulkvarnen "Roman", "Vitruvian", "vertical" och "horizontal" mill. Rahtz-Bullough 15 föreslår de betydligt mera entydiga uttrycken "horizontal-wheeled" (skvalt看) respektive "vertical-wheeled" mill (hjuklvarnen).
- 25 Inte minst när det gäller den formella beskrivningen av de olika typerna förekommer åtskilliga oklarheter och direkta felaktigheter inom den gängse

- kvarnlitteraturen. Utöver detta allmänna påpekande anser jag mig emellertid inte här ha anledning att närmare gå in på dessa oriktigheter. Den kortfattade beskrivning jag själv lämnar baserar sig främst på den framställning jag funnit mest övertygande: Ek 5-13. Min terminologi är också i huvudsak hämtad från Ek - med vissa kompletteringar från Wadström, som gör en detaljerad genomgång av existerande svenska kvarnstermer och deras utbredningsområden.
- 26 Hos Bêlidor; se Bennett-Elton II 26-27. Hela resonemanget om Chemtougsmöllans tekniska egenheter baserar sig på uppgifter från Dr. Th. Schiøler, som studerat anläggningen på plats.
- 27 Storck-Teague 108.
- 28 "En statistisk undersökning över de norska vattenkvarnarna 1927-29 gav vid handen att de respektive hästkrafterna på gårdskvarnarna i medeltal skulle vara: överfallshjul - 5,8; underfallshjul - 4,7; skvalthjul - 5,3; med primitiv turbinanordning moderniserat skvalthjul - 7,3." (Ek 10).
- 29 Bennett-Elton II 61-70.
- 30 Curwen 134-135.
- 31 Gleisberg 28-29; Forbes II 86; Ek 50, 60. Jfr. Brett 1939, 355; Moritz 132-133.
- 32 Bennett-Elton II 22, 28, 37.
- 33 Usher 166.
- 34 Curwen 135.
- 35 Storck-Teague 97; Steensberg 1959, 130; White 80; Needham IV:2, 367.
- 36 Parsons 81 n.l.
- 37 Moritz 133.
- 38 Kiechle 119-120. Samma uppfattning har, utan motivering, Bloch 544 och Benoit 31 n.l. Jfr. Gow-Page II 84.
- 39 Forbes II 86.
- 40 Curwen 135.
- 41 Moritz 133.
- 42 Gow-Page II 84.
- 43 Ek 50 n.7. Han påpekar att "ekrarna på de äldsta kända vattenhjulen till hjulkvarnar just utstrålade radiärt från axeln i motsats till på de sentida nordiska".
- 44 Gow-Page II 84.
- 45 Steensberg 1959, 130 n.l.
- 46 Curwen 135.
- 47 Moritz 133.
- 48 Parsons 81 n.l.
- 49 Heron, *Pneumatika* II 32. Se Gow-Page II 84.
- 50 Usher 165; Gleisberg 28,30; Moritz 132; Ek 50.
- 51 Bennett-Elton II 28; Curwen 134; Steensberg 1959, 130; White 80. Jfr. Needham IV:2, 367, 369, 405-406.
- 52 Kiechle 117-118. Jfr. Parsons 89.
- 53 Bennett-Elton II 8-9; Curwen 135; Forbes 1956, 594.
- 54 Marquardt 422 n.6; följd av Feldhaus 1914, 1299, och Feldhaus 1931, 163.
- 55 Bloch 544. Jfr. *ibid.* 539.
- 56 Jfr. Ek 50.
- 57 Bennett-Elton II 13, 82; Curwen 138-139; Forbes II 87.
- 58 Curwen 132; Brett 1939, 355.
- 59 Gleisberg 35.
- 60 Koehne 15 n.39; Wikander 1979, 20 och 31 med n.112.
- 61 Ek 49.
- 62 Ek 49-64.
- 63 Se i synnerhet Bennett-Elton II 8-10, 31, 36-37, 82-84; Curwen 130, 132, 134, 143-144; Forbes II 79; White 80-81.
- 64 Som exempel på Curwens sätt att resonera kan citeras följande: "There is thus plenty of evidence that the vertical mill [d.v.s. skvaltän] was widely known and used between Italy and Palestine within the last few hundred years. This fact increases the probability that the earliest mills to be

- used in the same area were also of the vertical type." (Curwen 136).
- 65 Ek 64.
- 66 Se i synnerhet Gleisberg 34, som t.o.m. betvivlar att Barbegal och Agora II skulle ha varit överfallsdrivna. Jfr. Wikander 1979, 31 nn.112-113.
- 67 Parsons, *passim*; se i synnerhet 74, 76, 87-88.
- 68 År 1971 påträffades en välbevarad skvalta vid Tamworth (England), som genom fyra C 14-undersökningar daterats mellan 710 och 788 (okalibrerade årtal). Se P. Rahtz & K. Sheridan, "A Saxon watermill in Bolebridge St., Tamworth", *Transactions of the South Staffordshire Archaeol. and Hist. Soc.* 13 (1971-1972) 9-16.
- 69 Avitsur 1960, 39-40. Jfr. Avitsur 1969, 391 och 393.
- 70 Avitsur 1960, 40-44; Avitsur 1969, 399-404.
- 71 Ek 64.
- 72 Avitsur 1960, 45; Avitsur 1969, 406.
- 73 Se Schjøler 159-161, med vidare litteraturhänvisningar.
- 74 Parsons 80.
- 75 Prokopios V 19,20: "på ett avstånd av två fot från varandra". Jfr. Wikander 1979, 29.
- 76 De övre kvarnplanen i Barbegal (4-8) saknar möllegrav och antas av Benoit ha fått kraften överförd till stenarna uppiifrån och ned i stället för motsatsen. I princip är detta naturligtvis fullt möjligt: det är det system som kommit till användning i senare tiders väderkvarnar. Se ovan, kapitel 1:2:17.
- 77 Jacobi 89-90, Textabb.44, Taf.XVII; Moritz 125, Pl.14c.
- 78 *Pactus legis Salicae* XXII 2 (*fermentum*); *Pactus Alamannorum* V 14 (*ferum molinarium*).
- 79 Jacobi 89, Textabb.43; Moritz 125, Pl.14c.
- 80 Gow-Page II 85.
- 81 Om de omfattande fynden från Ickham (1:2:6-7), Wherwell (1:2:11) och Caracallas thermer (1:2:21) finns tyvärr inga närmare uppgifter. Av dem från Barbegal och Janiculum avbildas bara en från vardera platsen. De båda löparna från Woolaston (1:2:13), som troligen men inte säkert härrör från en vattenmølla, har dock samma diameter: 80 cm.
- 82 Simpson-Wilson 31.
- 83 Jacobi 82-94; Moritz 123-130.
- 84 *Vita Austregisili episcopi Biturigi* 13 (MGH Scr.rer.Mer. IV, 198); se nedan, kapitel 4 n.100. Historien utger sig visserligen för att behandla tiden kring år 600, men dess autenticitet är högst tvivelaktig.
- 85 Parsons 86.
- 86 Moritz 92; Frere 290.
- 87 Moritz 78, 86 med n.2, 95, Pl.5b.
- 88 Se i synnerhet Forbes II 95-96.
- 89 Jfr. Wikander 1976, 19 med n.20.
- 90 En liknande konstruktion möter i møllan under Caracallas thermer (1:2:21), men här i stället placerad mellan hjulschaktet och møllegravarna för att med träluckor hindra vatten från hjulet att stänka in i kvarnkammaren och fukta kugghjulen. De luckor så påträffats i Barbegal (1:2:17) hade till ändamål att tömma reservoaren, medan öppningarna som ledde vattnet in i kvarnrännorna inte längre är bevarade.
- 91 Muntlig uppgift av Th. Schjøler, som själv förbereder en uppmätning av anläggningen.
- 92 Curwen 145.
- 93 Om rännan vid Haltwhistle Burn uppges dock att den var endast ca 60 cm bred i botten, och samma mått hade rännan vid Ickham II "at the upstream end".
- 94 Joyce II 336. Jfr. beskrivningen av hur den helige Feichin (död 665/668) genom ett under kunde leda en kvarnström till sin mølla genom ett berg: Stokes 1890, 283.
- 95 *Vita Sturmi* 20 (MGH SS II, p. 375): ... *congregatis quantis potuit fossatoribus, et ut ipse erat acer ingenio, explorato passim cursu fluminis Fuldae, non parvo spatio a monasterio ipsius amnis fluentia a proprio ab-*

duxit cursu, et per non modica fossata monasterium influere fecit, ita ut fluminis impetus laetificaret coenobium Dei (= "... sedan han samlat så många grävare han kunde och, eftersom han själv var energisk till naturen, vitt och brett utforskat floden Fuldas lopp, avledde han dennas flöden från deras egentliga lopp på ett icke ringa avstånd från klostret, och genom en icke obetydlig kanal lät han dem flyta in i klostret, så att flodens kraft skulle kunna vara Guds kloster till glädje"). Jfr. nedan, kapitel 4 n.54.

96 Jfr. Parsons 77.

97 Se t.ex. illustrationerna i Bennett-Elton II 24-25; Curwen, Pl.IV.

98 Moritz 103-105, 141-142.

99 Jfr. t.ex. Ek 4.

100 Moritz 91-96.

101 Underfallshjul 22%, överfallshjul ca 65/70% (Landels 21); skvalta med stupränna ca 20/25%, skvalta med *arubah* ca 30/40% (Avitsur 40-41).

102 Ek 10. Se ovan, kapitel 2 n.28.

103 Forbes II 79.

104 Jfr. Ek 10: "Uppgifterna om olika skvaltors faktiska kapacitet varierar åtskilligt. Vid god vattentillgång förmaldes 9 kappor [=41 liter] per natt heter det från Åland, 1 å 2 tunnor [=147 å 293 liter] per dygn uppges från Färöarna, 1 skeppa [=21 liter] råg på en förmiddag från Blekinge, 5 tunnor [=733 liter] per dygn från Halland och 6 1/2 tunnor [=953 liter] per dygn från Dalarna."

105 Om de många faktorer som bidrar till att försvåra sådana beräkningar, jfr. Landels 21-22.

106 Jacono 219. Jfr. Reindl 143; Forbes II 90.

107 Benoit 63.

108 Sagui 226-227.

109 Forbes II 91-92. Kiechle 125 påstår att "die Mahlleistung der gesamten Anlage betrug 2400-3200 kg pro Stunde".

110 Landels 22.

111 Guérard-Longnon, *Polyptique de Saint-Germain des Prés* (Paris 1895) I 108; citerad efter Usher 178.

112 Hodgen 272.

3 VATTENMÖLLANS UPPKOMST OCH SPRIDNING

3:1 PERIODEN FRAM TILL CA 100 E. KR.

3:1:1 Uppfinningen och dess förutsättningar

Med hänsyn till det obetydliga intresse som i allmänhet ägnats teknikhistoriska frågor av såväl antika författare som moderna klassiska arkeologer är det knappast ägnat att förvåna, att vår kunskap om den tekniska utvecklingen inom det romerska imperiet är så bristfällig som den faktiskt är. För den hellenistiska vetenskapens del äger vi vissa hållpunkter i en rad handböcker, som även om de oftare behandlar kuriosabetonade leksaker än praktiskt användbara maskiner, i alla fall ger oss ovärderliga kunskaper om de medel som faktiskt stod tekniken till buds vid skilda tidpunkter. Efter den alexandrinska skolans storhetstid försvinner emellertid efter hand denna teoretiserande tradition, och medan den praktiskt applicerbara tekniken fortsätter att utvecklas,¹ kan vi nu följa denna utveckling uteslutande genom uppgifter som mer eller mindre slumpmässigt meddelas oss av klassiska auktorer och i allmänhet lika måttligt intresserade klassiska arkeologer.

Vad som här sagts gäller inte minst vattenmöllans äldre historia, även om vissa lyckliga omständigheter gör det möjligt för oss att med åtminstone viss exakthet placera dess tillkomst i tid, om än inte i rum. En nästan helt enig opinion² daterar uppfinningen till det sista, eller möjligen det näst sista århundradet f.Kr., en uppfattning som jag inte kan se några skäl att ifrågasätta. Icke desto mindre finns det anledning att i detalj studera de argument som åberopats, då försöken att mera exakt definiera tid och plats för vattenmöllans tillblivelse i många avseenden baserar sig på allvarliga logiska felslut.

Med hänsyn till det ringa antal textställen i den klassiska litteraturen som obestriddligen syftar på vattenmøllor är det intressant att notera, att de tre äldsta är nära nog samtida och alla på mer eller mindre goda grunder har uppfattats som argument för att vattenmøllan i fråga skulle ha varit en nyhet. För att etablera en säker terminus ante quem måste man alltså först av allt klarlägga dessa textställets inbördes kronologi.

a) Vitruvius' verk (1:1:6) dateras i allmänhet kring 25 f.Kr.,³ men Thielschers synpunkter manar här till en viss försiktighet. Ett verk av denna omfattning kan ha tagit lång tid att skriva, och Thielscher menar att arbetet i sin helhet inte kan ha avslutats tidigare än 14 f.Kr., även om exempelvis Bok III bör ha skrivits före 33 f.Kr., Bok I före 31 f.Kr., osv.⁴ I den här aktuella Bok X saknas tyvärr daterbara uppgifter, varför vi måste räkna med möjligheten att den kan vara förhållandevis sen.

b) Det s.k. Antipaters epigram (1:1:7) är en text som olyckligtvis reser många problem, inte bara vad textens innebörd anbelangar, utan t.o.m. beträffande författarens identitet.

I Codex Palatinus uppges dikten vara skriven av densamme som författat epigrammet IX 417, d.v.s. just Antipater från Thessalonika, en uppgift som accepterats inte bara av de flesta som skrivit om vattenmøllor, utan även av de flesta editorer av den grekiska Anthologien. I sin utgåva av *Historia Augusta* (1620) menade emellertid Saumaise att oklarhet skulle föreligga såväl rörande Antipaters levnadstid som om hans identitet - d.v.s. huruvida han stammade från Sidon eller Thessalonika.⁵ Visserligen förklarade sig Saumaise själv vara övertygad om att vi har att göra med den senare, men hans argumentering kom att återupptas av Bennet och Elton, och via dem av Avitsur i dennes strävan att förlägga vattenmøllans ursprung så nära sitt hemland som möjligt.⁶

Om denna möjlighet i dag knappast längre tas på allvar, finns det emellertid moderna filologer som hävdar att epigrammet i stället skulle tillskrivas en tredje poet, Antiphilos från Byzantion. I sin edition av Anthologien gav Stadtmüller ingående språkliga och sakliga motiveringar, varför epigrammet snarare borde hänföras till denne.⁷ Müller följer Stadtmüller, men medger att en stor del av dennes paralleller är av alltför allmän karaktär för att bevisa något.⁸ Dock torde det i dagens läge inte finnas skäl att ifrågasätta Antipaters av Thessalonika upphovsmannarätt. Utom hos Müller har Stadtmüllers hypotes inte vunnit tilltro, och i den senaste stora utgåvan av Antipaters dikter tillbakavisas den uttryckligen.⁹

Även bland dem som accepterar Antipater från Thessalonika som epigrammets författare varierar dateringen av hans verksamhet från ca 85 f.Kr. till ca 60 e.Kr.¹⁰ I verkligheten föreligger emellertid inte något problem i detta avseende. Som tydligt visats av dem som studerat Antipaters diktning innehåller den så många säkert daterbara epigram, att hans verksamhet låter sig tämligen noga fixeras. Alla sådana dikter utom möjligen en tillhör perioden ca 12-1 f.Kr.¹¹ Självfallet kan inte Antipaters hela litterära verksamhet förvisas till detta dryga decennium, men det förefaller rimligt att åtminstone placera den inom augusteisk tid.

α) Strabon (1:1:8). Den allmänna uppfattningen är att Kabeira-møllan uppförts under Mithridates VI Eupators regeringstid (120-63 f.Kr.).¹² Närmare dateringar som 88¹³ eller ca 70¹⁴ förefaller gripna ur luften, medan uppgiften att den skulle ha uppförts år 65¹⁵ med säkerhet är en ren missuppfattning av Bennett-Eltons påstående att vattenmøllan, "as Strabo states, was found [d.v.s. av Pompeius] armê near the palace of Mithridates of Pontus in 65 B.C."¹⁶ Denna uppfattning återkommer på åtskilliga ställen i den senare litteraturen,¹⁷ men saknar i själva verket varje stöd i Strabons text.

Endast två moderna författare har verkligen försökt göra klart för sig vad Strabon egentligen säger: Lindet, som förklarar att han "cite comme un fait remarquable, et par conséquent probablement nouveau, que l'on voit à Cabires, ... , près du palais de Mithridate, un moulin à eau",¹⁸ och Forti, som accepterar dateringen 120/63 "se si ammette che il mulino sia stato elevato assieme al palazzo", men som också medger den ofrånkomliga konsekvensen: "Se ci si tiene semplicemente alla testimonianza di Strabone, non si va oltre il 18 a.C. circa."¹⁹ Detta är i själva verket den avgörande punkten: Även om det finns en "apparent association of this mill with the palace of Mithridates",²⁰ och även om det kan förefalla sannolikt att den faktiskt uppförts under denne konungs regeringstid, kvarstår faktum att något sådant inte med absolut säkerhet kan utläsas ur Strabons text.

Allt vi säkert vet är alltså att vattenmøllan måste ha existerat då Strabon skrev sitt verk, men också i fråga om dettas datering föreligger stor förvirring inom kvarnlitteraturen. Fortis datering till ca 18 f.Kr. delas av Bloch och Gille,²¹ medan andra föreslår 20/25 e.Kr. eller ca 24 f.Kr.²² Tidpunkten för verkets tillkomst är visserligen omstridd, men ingen av de här refererade dateringarna förekommer i moderna diskussioner om Strabons liv och verk. En ofta förekommande datering är 17/18 e.Kr.,²³ men den uppfattning som förefaller allmännast accepterad är Pais', att verket i stort sett förelåg avslutat ca 7 f.Kr.²⁴

Det är väsentligt att betänka Strabons bakgrund vid en diskussion av det här föreliggande citatet. Han föddes i Amaseia, troligen 64 eller 63 f.Kr., just vid tiden för Mithridates' död, och han stammade från en familj som beklätt höga ämbeten i denne konungs tjänst.²⁵ I vilken utsträckning han under senare delen av sitt liv var bosatt i Amaseia eller trakten däromkring är omstritt, men vi har under alla förhållanden ingen anledning att räkna med att han skulle fått uppgiften om vattenmöllan i Kabeira vid något av sina besök i Rom eller Italien, och att den i så fall skulle gå tillbaka på ett referat av Pompeius' erövring av platsen. Strabon har med all sannolikhet sett möllan själv, och det är lockande att acceptera Pais' uppfattning²⁶ att han skrivit sin geografi för drottning Pythodoris av Pontos, om vilken han själv förklarar att hon τὰ δὲ Κάβειρα ... προσκατεσκεύασε ... βασιλεύῃ τε τῇ πόλει χρεῖται.²⁷ Vi skulle i så fall få en förklaring till Strabons sällsamt kortfattade uttryckssätt, då han bland det till palatset hörande nämner vattenmöllan - en maskin som å ena sidan tjänar ett väl trivialt syfte för att normalt kunna förväntas uppväcka en antik geografs intresse, men å andra sidan ännu torde ha varit så relativt ovanlig att han knappast kunnat vänta sig att bli förstådd utan en mera ingående förklaring.

Även om ὕδραλέτης som Curwen påpekar²⁸ ordagrant betyder "water-grinder" och det inte i modernare tider förelegat någon oklarhet om vad Strabon menat,²⁹ är det viktigt att påpeka att detta måste ha varit ytterligt svårt, för att inte omöjligt, att begripa för den som vare sig sett en vattenmølla eller på annat sätt ägde kunskap om vattenkraftens princip. För en läsare utan denna kunskap måste ordet ha saknat mening, och han skulle aldrig ha kunnat ana sig till vattnets funktion i sammanhanget. Skulle emellertid skriften vara riktad till Pythodoris, som själv bebodde ett palats (kanske t.o.m. Mithridates' eget) i Kabeira, är det mindre ägnat att förvåna, när Strabon talar om "vattenmøllan" i bestämd form och förväntar sig att hans läsare skall förstå vad han avser.

Sammanfattningsvis kan således konstateras, att samtliga tre textställen torde vara att datera inte bara till augusteisk tid utan nära nog till samma decennium. Hur lockande det än må vara att trots allt sammankoppla Kabeira-møllan med Mithridates själv är det således enligt min uppfattning inte tillrådligt att fixera en terminus ante quem tidigare än ca 15/10 f.Kr., och redan detta kan sägas vara att pressa våra tillgängliga fakta något.

Att fastställa en terminus post quem ställer sig betydligt svårare. Den enda möjlighet som här står till buds är att försöka hjälpligt datera tillkomsten av ett antal företeelser, utan vilka vattenmøllan inte är tänkbar.³⁰ Eftersom vi i detta sammanhang kan koncentrera oss helt på hjulkvarnen,³¹ rör det sig om vattenhjulet, underfallsdrivet (Vitruvius) så väl som överfallsdrivet (Antipater), kugghjul med vinklad utväxling, samt vridkvarnen.

a) Att försöka spåra vattenhjulets historia överhuvud ligger utanför ramen för denna undersökning. Relevant i sammanhanget blir vattenhjulet först då man börjar förse det med skovlar, så att vattendragets egen kraft kan utnyttjas för att lyfta vatten till en högre nivå, en s.k. hydraulisk noria. När Vitruvius i tur och ordning beskriver ett trampverksdrivet vattenuppforderingshjul (X 4), en hydraulisk noria (X 5,1) och en underfallsmølla (X 5,2), har många velat se detta som en icke blott typologisk utan samtidigt också en kronologisk utvecklingskedja.³² Förhållandet låter sig naturligtvis inte bevisas, men det förefaller mig vara en icke orimlig arbetshypotes. Som det äldsta exemplet på en hydraulisk noria brukar av hävd hänvisas till en konstruktion av Philon av Byzantion (ca 230 f.Kr.).³³ Tyvärr råder emellertid stor osäkerhet om textställets autenticitet,³⁴ varför vi måste gå ned till mitten av det första århundradet f.Kr. för att finna säkra belägg. Jag har behandlat problemet närmare i annat sammanhang.³⁵

b) Också överfallshjulet anses finnas belagt hos Philon,³⁶ men även detta påstående måste behandlas med stor försiktighet. I övrigt äger vi inga belägg för överfallshjulets existens före Antipaters epigram.

c) Kugghjul omnämns redan av Pseudo-Aristoteles och Ktesibios under 200-talet f.Kr., men först Heron av Alexandria beskriver en apparat med vinkelställda kugghjul.³⁷ Olyckligtvis låter sig Herons verksamhet inte säkert dateras närmare än mellan det andra århundradet f.Kr. och det tredje e.Kr., och då man numera allt mer tenderar att placera honom i tiden efter Kristi födelse är uppgiften i detta sammanhang av begränsat intresse. De litterära beskrivningarna av apparater med kugghjul från hellenistisk tid illustreras bäst av det komplicerade planetarium, troligen från första århundradet f.Kr., som år 1900 påträffades vid Antikythera.³⁸

Usher trycker med all rätt på en punkt, som väl så mycket som frågan om vinklad utväxling skiljer Vitruvius' kvarnverk från äldre apparater med kugghjul: "The mill thus sketched is the first known instance of the transmission of power through gearing, power used for a substantial task being distinguished from the motions produced in cyclometers."³⁹ Det rör sig alltså här inte bara om det teoretiska problemet att överföra en rörelse i rät vinkel, utan lika mycket om det rent praktiska, att konstruera kugghjul i trä, starka nog att tåla den väldiga påfrestning det här är fråga om. Båda dessa problem kan ha angripits redan tidigare för konstruktionen av en oxdriven saqiya,⁴⁰ men detta förblir en ren gissning.

d) Beträffande vridkvarnens historia är det först genom Moritz' forskningar som vi fått någorlunda tillförlitliga uppgifter att bygga på.⁴¹ Moritz' egen slutsats är att vridkvarnar funnits åtminstone sedan första hälften av andra århundradet f.Kr.,⁴² men han är öppen för möjligheten att de kan visa sig vara äldre.

En sammanställning av dessa uppgifter ger ett ganska magert resultat. Kugghjul är belagda redan under tredje århundradet f.Kr., men med vinklad utväxling känner vi inga exempel före det första. Vattenhjul kan ha förekommit tidigt, men den hydrauliska norian låter sig inte säkert beläggas mer än ett fåtal decennier tidigare än vattenmöllan. Vridkvarnen är säkert belagd under andra århundradet f.Kr., men den kan mycket väl vara äldre. Någon meningsfull terminus post quem låter sig således inte fastställas, men det allmänna intrycket som ges av dessa uppgifter talar åtminstone inte emot den vedertagna dateringen av hjulkvarnen till det sista århundradet f.Kr. Moritz' ord i detta sammanhang är värda att anföras in extenso:

"... the water-mill must have existed by Augustus' time, and probably half a century earlier. The time of its first invention can therefore not be very far removed from that of the earliest authentic evidence for the existence of rotary mills of any kind, at least outside Spain; and this may suggest that the rotary mill must after all have appeared on the scene earlier than the second century B.C. Yet while this possibility cannot, as we have seen, be ruled out, technical progress is often less a matter of continuous development than a rapid advance after centuries of inaction ... The introduction of rotary motion into milling also represents the solution of a fundamental problem, and the very rapidity of the subsequent development may merely show once again how important a step the invention of the rotary mill was."⁴³

Som jag tidigare antytt, har man i allmänhet sett de äldsta textbelägen som argument för att vattenmöllan uppfattats som en nyhet, och man kan svårligen förneka detta allmänna intryck, även om förhållandet ingenstans uttryckligen betonas. Vitruvius nämner hjulkvarnen bland maskiner, som inte ofta kommer till användning,⁴⁴ och även om man accepterar min uppfattning av Strabon-citatet, ger detta knappast intrycket att vattenmøllor varit vanligt förekommande. Antipater slutligen hälsar uppenbarligen vattenmøllan som något åtminstone för honom helt nytt. Det finns således ingenting som direkt motsäger en datering av uppfinningen så sent som andra hälften av det sista århundradet f.Kr. Å andra sidan kan vi, med hänsyn till vår bristfälliga kunskap om vattenhjulets och kugghjulets historia, inte utesluta att principen varit känd redan under det andra århundradet f.Kr. Att vattenmøllan uppfattades som en nyhet inom

vissa delar av Medelhavs-världen ännu kort för Kristi födelse, är i detta sammanhang inte något hinder, då tekniska innovationer ibland kunde spridas anmärkningsvärt långsamt under antiken.

Om således tidsbestämningen av uppfinningen innebär problem, är vi än sämre ställda, då det gäller att fastställa var den kan ha ägt rum. I allmänhet har man, i brist på säkrare evidens, fäst stort avseende vid de platser där den tidigast nämns, varför en undersökning också av denna fråga är nödvändig.

a) Vitruvius' beskrivning framförs ofta som belägg för vattenmöllans förekomst i Italien, men denna slutsats är inte alls så självklar som den kan förefalla. Av texten framgår på intet sätt, huruvida Vitruvius verkligen sett en sådan maskin i bruk⁴⁵ och i så fall var. Han kan lika väl tänkas ha gjort uppfinningen själv eller än hellre övertagit den från en av sina grekiska källor.⁴⁶ Här för talar i viss mån förhållandet att han beskriver vattenmøllan bland maskiner som sällan används men kan vara till nytta, men framför allt det faktum att han saknar en latinsk term för møllan och i stället utnyttjar den grekiska.⁴⁷ Om denna uppfattning är korrekt, utgör Vitruvius' beskrivning inte något bevis för vattenmøllans förekomst på italiisk botten vid denna tid utan visar snarare hän mot den grekiska världen, men närmare än så låter sig lokaliteten inte fastställas.

b) Antipaters epigram är det textställe, som i detta avseende skapat störst förvirring. Flera författare tar för givet att en grekisk författare måste skriva om Grekland (!),⁴⁸ och Curwen tvekar inte att se epigrammet som bevis för att "this water-mill was a recent introduction into the district of Thessalonica".⁴⁹ Det finns dock ingenting som säger att så skulle ha varit fallet. Visserligen stammade Antipater från Thessalonika, men åtminstone en stor del av sitt aktiva liv tillbragte han i Rom, som klient till L. Calpurnius Piso Frugi (konsul 15 f.Kr.), och till denne är en stor del av de epigram riktade som genom sitt innehåll låter sig närmare bestämmas.⁵⁰ Självfallet kan dock epigrammet om vattenmøllan ha författats innan Antipater träffade Piso eller efter hans återkomst till Thessalonika,⁵¹ och det klokaste torde vara att helt avstå från slutsatser på denna punkt, även om Italien förefaller vara ett rimligare alternativ än Grekland.⁵²

c) Strabons uppgift är klar och odiskutabel. Møllan låg i Kabeira i Pontos, rimligen vid floden Lykos eller något av dess tillflöden.

De kunskaper denna textanalys skänkt oss är alltså mycket ringa. Vi äger ett säkert belägg för vattenmøllan i Mindre Asien (Strabon), ett troligt för den grekiska världen i stort (Vitruvius), ett ytterst tvivelaktigt för Grekland (Antipater), samt två möjliga för Italien (Vitruvius och Antipater) men inget av dem särskilt övertygande. Bilden är således allt annat än klar, men en slutsats som vi definitivt *inte* har någon anledning att dra utifrån detta material är den att "le moulin à eau fut découvert par les Romains en Asie Mineure au 1^{er} siècle avant J.C. dans le royaume de Mithridate; il passa en Grèce, puis, peu avant notre ère, en Italie".⁵³ Om vi bortser från detta slags förklaring, som inte bara är logiskt och metodologiskt ohållbar, utan dessutom baserar sig på en felaktig eller i bästa fall tvivelaktig analys av textställena, har emellertid frågan om platsen och omständigheterna för uppfinningen av hjulkvarnen diskuterats förvånansvärt lite. De synpunkter som framkommit kan sammanfattas på följande sätt:

a) Av rent kuriosaintresse är den idé som refereras och tillbakavisas av Bennett och Elton, att hjulkvarnen skulle ha uppfunnits på de brittiska öarna: "The simple expedient of applying a cog to the British rhod or axle of carriages would speedily lead to the invention and use of the water-wheel."⁵⁴

b) Vitruvius anses av vissa själv ha upfunnit den hjulkvarn han beskriver.⁵⁵ Även om möjligheten inte helt kan uteslutas, finns det ingenting som tyder på att så skulle vara fallet. Hans användning av en grekisk fackterm för maskinen i fråga måste tvärtom anses bestämt emot ett sådant antagande.

c) Antipaters epigram anses av vissa hälsa inte bara en nyhet för författaren själv utan uppfinningen av vattenmøllan som sådan.⁵⁶ Texten ger dock inget som helst stöd för detta antagande.

d) Även bland dem som inte fäst orimligt stor vikt vid Strabons uppgift om Kabeira-møllan vill några lokalisera uppfinningen av hjulkvarnen till det östra Medelhavs-området.⁵⁷ Några tar fasta på att den med sin kugghjulsutväxling förutsätter kunskap om den hellenistiska vetenskapstraditionen och hänvisar i synnerhet till Alexandria och Mouseion.⁵⁸

e) Medan Curwen föreslår att skvaltän skulle ha "originated in the ingenious brains of the Chinese",⁵⁹ utvecklar White tanken till att även "the so-called Vitruvian mill may be an import to the Mediterranean. ... The diffusion of so novel and complex a device as the vertical water-wheel from Rome to China in the two or three generations between Vitruvius and the *Hou Han-shu* is so improbable that we should look for some still mysterious middle point of radiation."⁶⁰ I det fall det verkligen förekommit vertikala vattenhjul i Kina så tidigt,⁶¹ håller Whites resonemang ändå inte. Även om kugghjul och vridkvarnar är belagda i Kina vid ungefär samma tid som i Västern, saknar vi åtminstone ännu så länge bevis för att de skulle ha förekommit i de mellanliggande områdena.⁶² Än mer avgörande är det faktum, att vi inte så tidigt ens i Kina har mjölkvarnar drivna av vertikala vattenhjul, varför den gemensamma nämnaren reduceras till vattenhjulet självt, vars ursprung även Needham vill se i "some ... middle point of radiation", nämligen Indien.⁶³ Argumentet talar således på intet sätt emot tanken på hjulkvarnen som en uppfinning inom Medelhavs-världen.

f) Eftersom de flesta tar för givet att skvaltän är äldre än hjulkvarnen, ser många den senare som en direkt vidareutveckling av den förra: "the Vitruvian mill ... was developed by an urban culture" och den "seems to be an engineer's improvement of the primitive form".⁶⁴ Överhuvudtaget attribueras uppfinningen ofta just till en "ingenjör" snarare än till en vetenskapsman.⁶⁵

Några säkra slutsatser kan naturligtvis inte dras utifrån existerande källmaterial. Personligen ansluter jag mig till uppfattningen att hjulkvarnens uppfinnare varit ingenjör och tekniker snarare än någon av den hellenistiska vetenskapens teoretiker, som medan de lade den nödvändiga grunden för vidare teknisk utveckling själva intresserade sig föga för sådana apparater som kunde tänkas vara till praktisk nytta. Jag ser inget skäl, varför uppfinningen skulle ha gjorts utanför Medelhavs-området, men heller ingen möjlighet att säkert bestämma var den faktiskt gjorts inom detsamma. Vitruvius' användande av en grekisk fackterm kan möjligen ge den östra delen ett företräde, men säkert är detta alls inte. Av de nödvändiga förutsättningarna torde både vridkvarnen och vattenhjulet ha varit väl spridda över större delen av det aktuella området under det sista århundradet f.Kr., och vi har ingen anledning att förmoda att inte detsamma skulle gälla de hellenistiska vetenskapsmännens arbeten om kugghjulsmaskinerier. Fyndet från Antikythera utgör här ett viktigt evidens.

Alexandria har således inte något självklart försteg i diskussionen om hjulkvarnens ursprung, utan i själva verket snarare motsatsen. Egypten är inte det land, där man först skulle vänta sig att finna en praktiskt sinnad ingenjör arbeta fram en maskin av detta slag. Nilen är direkt olämplig för denna form av vattenkraftsutnyttjande, och andra lämpliga vattendrag finns nästan inte (Jfr. nedan, kapitel 3:3:2). Jag ansluter mig följaktligen med vissa reservationer till Blochs sammanfattning: "Dans quelque obscurité que ces témoignages, comme à l'ordinaire, laissent l'acte de naissance de l'invention, du moins la densité de leur groupement chronologique ne saurait-elle être l'effet du hasard. Tout nous ramène à une période étroitement limitée, le dernier siècle avant l'ère chrétienne, et, comme berceau, selon toute apparence, à l'Orient méditerranéen."⁶⁶

3:1:2 Skvaltkvarnens ursprung

Som jag redan tidigare försökt visa (2:2:3), finns inga som helst hållbara argument för skvaltkvarnens existens under denna äldsta period av vattenmöllans historia. Icke desto mindre gör det starka stödet för uppfattningen om skvaltans historiska prioritet det svårt att helt ignorera de synpunkter som förts fram beträffande dennas ursprung, varför här lämnas en sammanfattning av dessa argument.

I motsats till hjulkvarnen har skvaltans konstruktion få detaljer, vilkas ursprung kan tänkas lämna upplysningar om skvaltans eget. Kugg-hjul saknas, och det horisontella vattenhjulet förekommer inte i några andra sammanhang. Således återstår endast vridkvarnen, utan vilken skvaltans lika lite som hjulkvarnen är tänkbar. Som en konsekvens av detta förklarar Curwen: "... two kinds of water-mill must have appeared during the first century B.C. in the Mediterranean world, the second kind presumably having been derived from the first, which in its turn seems to have been an adaption of the rotaty quern."⁶⁷ Denna uppfattning av skvaltans konstruktion som ett slags uttänjning eller förlängning av den vridbara handkvarnen är nära besläktad med Avitsurs: "These wheels seem to have been constructed by analogy with the potter's wheel which is rotated horizontally by foot."⁶⁸ I båda fallen förutsätts en närmast organisk utveckling från den roterande handkvarnen till skvaltans konstruktion, och det är helt i konsekvens med denna inställning som flera förespråkare för skvaltans prioritet tenderar att tona ned dess betydelse som energialstrare i allmänhet.⁶⁹ Hur oberättigad denna nedvärdering av det horisontella vattenhjulets potentiella möjligheter faktiskt är, visar sig tydligast vid en studie av situationen i Kina, där det i motsats till förhållandena i Europa kom att ligga till grund för en betydande industriell utveckling.⁷⁰ Överhuvudtaget saknas också hållbara skäl för att uppfatta skvaltans konstruktion som äldre bara därför att dess konstruktion är mindre komplicerad: "The idea that water-power could be used to drive a grain-mill must originally have come to a man who was no mean engineer: such a man may well have been capable of designing the Vitruvian gearing mechanism as well."⁷¹

Beträffande skvaltans geografiska ursprung har man baserat sig på följande förhållanden.

a) Avitsur förutsätter som så många andra att Antipaters epigram (1:1:7) beskriver en skvalta, men tar dessutom fasta på den helt ogrundade tanken, att det skulle vara författat inte av Antipater från Thessalonika utan av Antipater från Sidon, varigenom "it would follow that the first literary reference to the water wheel comes from Phoenicia."⁷² Med hänvisning till att senare "the horizontal wheel underwent considerable development in Palestine, Lebanon and southern Syria, in which areas it was and has remained the sole water-motor apart from water pumping", drar han sedan följande tvivelaktiga slutsats: "On the basis of the data now available it seems reasonable to assume that the horizontal wheel for water-mills originated in the mountains of Galilee and in the coastal plain between Acre and Sidon; and furthermore, that it was developed here before its appearance in Greece and Asia Minor."

b) Forbes' uppfattning att skvaltans konstruktion "probably originated in the mountain region of the Ancient Near East to spread to the East and the West in the first century B.C. or even earlier"⁷³ hänger säkert samman med uppfattningen att Ka-beira-möllan (1:1:8) skulle ha varit en skvalta, även om detta inte uttryckligen framgår.⁷⁴

c) Curwen analyserar skvaltans utbredning i senare tid och menar utifrån detta att "it would thus seem probable that this primitive mill was invented at some point along the line that extends from China across Asia and south Europe, by Spain and Ireland, to Norway, but at what point we cannot say at present. As far as the Mediterranean world is concerned there is nothing to indicate its presence there before the first century B.C., and one gains the impression

that it may have entered that world from the east. One would not be at all surprised if it were to turn out that the invention of the vertical water-mill originated in the ingenious brains of the Chinese."⁷⁵

d) White baserar sitt resonemang på förutsättningen att såväl Antipaters mölla som Kabeira-möllan var skvaltor ("Doubtless the earliest water-wheels were horizontal"), att utgrävningen i Bolle "was intelligible only in terms of vertical-axle mills", samt att "in A.D. 31 a similar horizontal water-wheel is found in China". Eftersom de båda första förutsättningarna inte låter sig bevisas (se ovan, kapitel 2:2:2 och 1:2:15), blir också hans slutsats högst tveklaktig: "The almost simultaneous appearance of this first power machine in regions as widely separated as the Mediterranean, northern Denmark, and China argues diffusion from some still unknown centre, presumably north and east of the Roman Empire."⁷⁶

3:1:3 Den vidare utvecklingen under det första århundradet e.Kr.

Hur betydelsefull uppfinningen av vattenmöllan i själva verket var, understryks av flera författare. Oavsett i vilken omfattning den faktiskt kom att utnyttjas under denna tidiga period, kvarstår faktum att den innebar en kvalitativ förändring av de till buds stående produktivkrafterna: "Erst durch sie wurde - wenn man von der Benutzung des Windes zur Fortbewegung von Segelschiffen absieht - jene Phase der Technologie verlassen, in welcher die menschliche und tierische Muskelkraft den einzigen primären Bewegungserzeuger darstellte. Erst durch sie erfolgte der Schritt zur Erschliessung der anorganischen Naturkraft als einer weiteren primären Energie und ihrer Indienstnahme durch den Menschen."⁷⁷ Genom upptäckten av vattenkraftens princip och olika metoder att utnyttja den för praktiska ändamål lades grunden för en utveckling, som under högmedeltidens industriella expansion skulle komma att på ett avgörande sätt bidra till den totala samhällsomvandling som framtvingades av det kapitalistiska produktionssättet och den industriella revolutionen. Först genom utnyttjandet av ångkraften kunde industrialiseringen bryta genom på allvar, men vattenkraften utgjorde förutsättning för dess nödvändiga förstadier.

Det första steget togs redan med den vattendrivna norian. Genom hjulkvarnens kugghjulsmechanism kunde kraften vid behov överflyttas från den vertikala cirkelrörelsen till en horisontell. I vilken mån de potentiella möjligheter som nu öppnades faktiskt kom att utnyttjas under antiken är en omstridd fråga, som jag behandlat i annat sammanhang.⁷⁸

Vad själva mjölkvarnen anbelangar, är det intressant att notera att den efter sin omfattande presentation under augusteisk tid⁷⁹ nästan helt försvinner ur litteraturen i flera hundra år. Under det första århundradet e.Kr. känner jag endast två belägg. Passagen hos Plinius (1:1:10), som kan dateras kring 70 e. Kr., är tyvärr påtagligt korrupt. Nästan alla är överens om att stycket på något sätt måste syfta på användningen av vattendrivna kvarnar i Italien,⁸⁰ men det är inte möjligt att hämta några ytterligare upplysningar ur texten: "This curiously off-hand reference to rural water-mills suggests that Pliny knew very little about them and cared less".⁸¹ Härav följer dock ingalunda att de varit särdeles ovanliga.⁸² Med undantag för detta stycke nämner Plinius inte heller handkvarnen,⁸³ och han omtalar överhuvudtaget inte den djurdrivna kvarnen, vars betydelse vid denna tid ingen torde vilja ifrågasätta. Om den geografiska syftningen råder i detta fall ingen oklarhet. Plinius talar uttryckligen om *maior pars Italiae* ("större delen av Italien"), och när Forbes menar att "this probably refers to northern Italy and possibly Apulia and Sicily",⁸⁴ kommenterar Kiechle med rätta: "Das waren die Hauptgebiete des Getreideanbaus in damaligen Italien. Doch bleibt dieser Gedanke blosser Vermutung."⁸⁵

Av de passager inom Talmud-litteraturen, som med rätt eller orätt ansetts syfta på vattenmøllor (1:1:14), vill Avitsur hänföra två till denna period. Förbudet att utnyttja vattendrivna kvarnar på sabbaten skall ha införts efter diskussioner mellan anhängare till Hillel (död ca 20 e.Kr.) och Shamai, vilket

enligt Avitsur bevisar att vattenmøllor varit i bruk i Palestina före år 70 e. Kr. Oavsett om man accepterar denna datering eller inte, måste Avitsur ha rätt i sin uppfattning att lagen förutsätter att vattendrivna kvarnar redan varit vanliga då den infördes: "It seems reasonable to suppose that the effect of mills on the observance of the Sabbath is hardly likely to have been considered when the first mills were constructed, but only after they had become part and parcel of every-day life."⁸⁶

I övrigt förekommer således inga litterära omnämmanden av vattenmøllor under denna period, och av de arkeologiska fynden finns inte något som anses böra hänföras hit.

3:2 UTVECKLINGEN CA 100 - 300 E. KR.

Är de litterära evidensen få under det första efter-augusteiska århundradet, försvinner de sedan fullständigt i mer än två hundra år. Två epigrafiska be-lägg (1:1:12-13) skulle möjligen kunna hänföras till perioden i fråga, men inte ens detta låter sig säkert konstateras.⁸⁷

En helt annan bild framträder emellertid, när man vänder sig till de arkeo-logiska evidensen. Under föregående period saknas de helt, men nu får vi, i synnerhet genom fynden från Britannien, intrycket av en betydelsefull ex-pansionsperiod. Den äldre vattenmøllan vid Ickham (1:2:6) dateras redan till det andra århundradet, men i övrigt tycks 200-talet ha varit det vik-tigaste. Från dess förra hälft torde møllorna vid Hadrianus' vall härröra - åtminstone de vid Chesters (1:2:2) och Haltwhistle Burn (1:2:5), men ingen-ting talar emot tanken att detsamma kan ha gällt även Willowford (1:2:12). Deesa kvarnar kan misstänkas vara resultatet av en medveten planering från arméns sida (jfr nedan, kapitel 4:1:2), men för en motsvarande utveckling också i civila sammanhang talar fynden från Wherwell (1:2:11), liksom de bå-da kvarnstenar, troligen från en vattenmølla, som utnyttjats för golvbelägg-ning vid ombyggnaden av den romerska villan i Woolaston (1:2:13) ca 320.

Jag har tidigare framlagt mina skäl för att datera konstruktionen av Janicu-lum-møllorna så tidigt som till andra hälften av 200-talet, och jag satte dem därvid hypotetiskt i samband med kejsar Aurelianus' reformer av livs-medelsutdelningen till det stadsromerska proletariatet.⁸⁸ Bevisas låter sig tanken tills vidare inte, men mitt antagande torde åtminstone inte vara säm-re underbyggt eller äga mindre grad av inre sannolikhet än den gängse date-ringen till 300-talets slut. Ett visst stöd får tanken också av de, om än lika hypotetiska, dateringarna av møllan under Caracallas thermer (1:2:21) och katakombmålningen av ett överfallshjul från Coemeterium Maius (1:3:2) i Rom till senare hälften av 200-talet.

Till 200-talet dateras också vårt första säkre belägg för en vattenmølla med horisontellt vattenhjul, anläggningen i Chemtou (1:2:44), där den turbinlik-nande konstruktionen ger en ytterligare intressant belysning av den tekniska expansionen under en period som vanligen anses karaktäriserad av totalt för-fall på alla områden. Det förefaller vidare rimligt att anta att också någ-ra av de "romerska" møllorna i Palestina går tillbaka till denna period. Bristen på adekvata publikationer av fynden inom detta område gör det svårt att uttala sig med bestämdhet, men Avitsur förklarade redan 1960 att "some remains of these installations [d.v.s. permanenta kvarnhus av sten] have survived, together with remains of strongly-built dams and channels dating from the second to fourth centuries A.D."⁸⁹ I en senare artikel hänför han

uttryckligen möllorna i Ein Shogeq (1:2:31) och Yarkon (1:2:43) till 100-talet och den stora anläggningen vid Ma'agan Michael (1:2:37) till 200-talet.⁹⁰ Tillförlitligheten av dessa dateringar saknar jag möjlighet att bedöma; däremot framgår det tämligen klart av Avitsurs beskrivning att vi har att göra med skvalt-kvarnar av mera normalt slag.

Trots den närmast totala avsaknaden av litterära belägg visar sig vattenmöllan således under 100- och 200-talen ha nått en anmärkningsvärd spridning. Vi möter den i rikets kärnland Italien, troligen i själva Rom, men också i så skilda provinser som Britannien i nordväst, Africa i söder och Palestina i öster. Den användes troligen för husbehovsmlning (Palestina; lantvillor i Britannien), militär försörjning (Hadrianus' vall) och t.o.m. som en "statlig" inrättning för spannmålsförsörjningen i staden Rom. Det är också mot denna bakgrund vi skall bedöma den väldiga kvarnanläggningen i Barbegal (1:2:17), antingen den faktiskt tillkommit under denna period och är att datera kring eller kort efter 250, eller den inleder nästa och är att hänföra till de första decennierna av 300-talet.

Gränsen mellan denna period och nästa markeras av Diocletianus' maximipristariff (1:1:17) av år 301, där vattenmöllan helt följdriktigt intar den plats den de facto erövrat vid sidan av djurmöllan och handkvarnen. Fr.o.m. nu är den vattendrivna kvarnen så fast etablerad över det romerska riket, och källorna flyter så ymnigt, att det förefaller väl motiverat att behandla olika geografiska områden vart för sig.

3:3 U T V E C K L I N G E N C A 3 0 0 - 5 0 0 E. K R.

3:3:1 Västeuropa

Janiculum-möllornas betydelse för staden Roms spannmålsförsörjning under perioden i dess helhet belyses av icke mindre än sex litterära källor, tämligen jämnt fördelade över två hundra år: Regionskatalogerna 312/357? (1:1:19), Codex Theodosianus 398 (1:1:22), Prudentius 402/403 (1:1:25), Dynamius' edikt ca 480 (1:1:32), Cassiodorus 533/537, och Prokopios ca 275-537? (1:1:37).⁹¹ I övrigt saknas emellertid säkra belägg för vattenmøllor i Italien överhuvudtaget vid denna tid. Av de arkeologiskt bekanta møllorna har den i Caracallas thermer (1:2:21) med största sannolikhet varit i bruk under perioden, och detsamma kan åtminstone misstänkas beträffande dem i Saepinum (1:2:23) och Venafrum (1:2:25), även om arkeologiskt underbyggda dateringar saknas.⁹²

Beträffande situationen i Gallien är vi då bättre ställda. Redan Bloch gjorde ett försök att sammanställa de kända beläggen: "Dêjà les témoignages qu'il est possible de réunir sur la Gaule sont significatifs: une mention au III^e siècle, une autre aux environs de l'an 500 - et qui présente la machine comme encore exceptionnelle - cinq, à ma connaissance, au VI^e ...; beaucoup, enfin, durant la suite de l'époque franque. La disproportion du matériel documentaire - épigraphie comprise - entre la période romaine et les temps mérovingiens n'est pas telle que cette progression puisse passer pour fortuite."⁹³ Svagheten i Blochs resonemang framgår dock redan av det faktum, att han inte bara saknade kunskap om de ännu icke utgrävda arkeologiska resterna vid Barbegal, utan dessutom kände endast tre av de sex å sju litterära belägg jag tar upp här (1:1:21, 26, 27, 29, 34?, 35, 36).

Aldst av de kända exemplen från Gallien är just Barbegal-anläggningen (1:2:17), som anses ha byggts någon gång mellan 250 och 320 (jfr. ovan, kapitel 3:2) och ha varit i verksamhet under större delen av 300-talet. Med hänsyn till Barbegals geografiska läge i sydligaste Frankrike är det av så mycket större intresse att konstatera, att det till tiden närmast följande belägget, Ausonius' *Mosella* (1:1:21) från ca 370, i stället visar på vattenmöllans betydelse längst upp i norr, nära Rhen och gränsen mot det fria Germanien.⁹⁴

Sedan följer under det femte århundradet en rad belägg från andra delar av Gallien: den helige Orientius i Gascogne ca 380/420? (1:1:26), Cassianus i Marseilles 426? (1:1:27), diakonen Sabinianus i Jura ca 450 (1:1:29), den helige Remigius i Reims 486/511 (1:1:35), och abboten Ursus i departementet Indre et Loire 484/507 (1:1:36). Som påpekas av Bloch ökar antalet under följande århundraden, men de här anförda visar med all önskvärd tydlighet hur fullständigt vattenmøllan slagit genom över hela det frankiska riket, redan då detta definitivt etablerades under Klodvigs ledning, under decennierna kring år 500.

Med hänsyn till källmaterialets karaktär är det fullt naturligt att merparten av de här anförda beläggen behandlar klostermøllor, även om det tydligt framskymtar att vattenmøllor förekom flitigt också i andra sammanhang. Hur spridda de kyrkliga møllorna faktiskt var redan i början av 500-talet, framgår av uppgiften att det i frankerriket förekom speciella överuppsyningsmän över kyrkliga møllor - varmed inte rimligen kan avses annat än just vattenmøllor, vilkas mera komplicerade konstruktion gjorde en sådan organisation meningsfull.⁹⁵

Av de galliska vattenmøllorna ligger den, eller väl snarare de, som omtalas av Ausonius vid Mosels biflod Ruwer, inom det moderna Tysklands gränser. På andra sidan Rhen, i det fria Germanien, finns det däremot skäl betvivla att vattenmøllor alls förekommit i romersk tid. Visserligen ligger det i sakens natur att litterära evidens helt saknas utanför det romerska riket, men det faktum att vattenmøllor överhuvudtaget inte berörs i de thüringska, sachsiska och friesiska lagarna (nedan, kapitel 4:2:2) stöder onekligen den gängse uppfattningen, att imperiegränsen även fungerat som kulturell gräns i detta sammanhang.⁹⁶

Inom det nuvarande Tyskland bosatte sig även bajuvarerna, vilkas lagar faktiskt omtalar vattenmøllor redan i början av 700-talet.⁹⁷ Bayern, det land där de slog sig ned, hade emellertid tillhört det romerska riket sedan Augustus' regering, och vattenmøllans förekomst inom detta område redan i romersk tid bekräftas av en inskrift (1:1:12) på ett altare tillägnat Neptunus, som påträffats nära Günzburg vid Rhens biflod Günz.

I Britannien var vattenmøllan väl etablerad redan under det tredje århundradet, och av allt att döma levde den vidare där också under det fjärde. Den yngre møllan vid Ickham (1:2:7) dateras till 300-talet. Från ungefär samtida møllor stammar troligen de båda kvarnjärn, som påträffats i depåfynd nedlagda vid Silchester (1:2:10) kring mitten av 300-talet och vid Great Chesterford (1:2:4) under första hälften av 400-talet.⁹⁸ Mera osäkert är det i stället, huruvida vattenmøllan fortsatte att brukas genom den anglosaxiska invandringen och de i vissa avseenden tämligen kraftiga kulturbröten under senare hälften av 400- och förra hälften av 500-talet. I och för sig finns ingen anledning varför vattenmøllan, som främst var förknippad med landsbygden och inte med den antika stadscivilisationen (nedan, kapitel 4:1:1 och 4:1:3) skulle gå under med den senare. Inom andra delar av det romerska riket skedde detta ej heller, men faktum är, att vattenmøllan överhuvudtaget icke berörs i de tidiga anglo-saxiska lagarna (nedan, kapitel 4:2:2). Dock torde icke alltför stor vikt böra läggas vid detta, och under inga förhållanden får vi acceptera en datering av vattenmøllans införande till England så sent som till 700-talet.⁹⁹

Den långa raden av belägg för vattenmøllor på det tidigmedeltida Irland inleds av historien om konung Cormac (traditionell datering 254-277), som skall ha hämtat en kvarnbyggare "från andra sidan vattnet" för att konstruera en vattenmølla i närheten av palatset i Tara (1:1:16). I den form historien är känd för

oss går den endast tillbaka på en dikt av Cuan hua Lothchain (Cuan O'Lochain), död år 1024, varför dess historiska värde måste anses tvivelaktigt. I och för sig är den sakligt fullt rimlig, antingen kvarnbyggaren "från andra sidan vattenet" kom från Skottland eller från en sydligare del av Britannien,¹⁰⁰ och tidpunkten förefaller så mycket mera passande som vi just vid denna tid börjar spåra allt intensivare kontakter mellan det romerska Britannien och folken på Irland.¹⁰¹ Icke desto mindre kan historien om Cormacs mölla endast med mycket kraftiga reservationer nyttjas som belägg för förekomsten av vattenmøllor på Irland under andra hälften av 200-talet.

Ett någorlunda säkert belägg möter vi först kring mitten av 600-talet,¹⁰² men vattenmøllor spelar en mer eller mindre framträdande roll i legenderna om åtskilliga iriska helgon, från Patrick och framåt. Patricks förbannelse över vissa vattendrag i landskapet Waterford (1:1:28) saknar dock varje bevisvärde, och övriga legender rör helgon vilkas verksamhet traditionellt dateras efter den här aktuella perioden, möjligen med undantag av den heliga Brigida av Kil-dare, död år 523.¹⁰³ Den iriska hagiografien är känd för sin notoriska otillförlitlighet, men vissa av biografierna, bl.a. just Brigidas, har bevisligen tillkommit redan på 600-talet, varför de ändå måste anses stärka uppfattningen om vattenmøllans relativt tidiga historia på ön.

3:3:2 Nordafrika

Fortis antagande att vattenmøllan skulle ha uppfunnits av alexandriska ingenjörer (ovan, kapitel 3:1:1) kan synas äga en viss sannolikhet i betraktande av den allmänvetenskapliga miljön kring Mouseion, men mot hans tanke talar i viss mån den i det närmaste totala bristen på evidens för vattenmøllor i det antika Egypten. Denna måste tillmätas så mycket större betydelse som de omfattande fynden av privatbrev och andra icke-litterära papyrusdokument skänkt oss en så detaljerad kunskap om sociala och ekonomiska förhållanden på Egyptens landsbygd från hellenistisk till bysantinsk tid, att e silentio-resonemang faktiskt måste anses relevanta här.¹⁰⁴

Rostovtzeff förklarade sig uttryckligen inte känna till något omnämnande av vattenmøllor i antika papyrer,¹⁰⁵ och jag har själv tidigare anslutit mig till uppfattningen att sådana inte förekommit i det romerska Egypten - bl.a. med hänvisning till ett ställe hos Origenes, som förklarar att εἰσὶ γὰρ καὶ μύλων διαφοράι ὧς εἶναι τὸν μὲν τινα αὐτῶν (ἴν' οὕτως ὀνομάσω) ἀνθρώπικόν, ἄλλον δὲ θυνικόν.¹⁰⁶ "Are we to explain this by the difficulty of using the Nile for the purpose of a water-mill?", undrar Rostovtzeff utan att utreda frågan närmare. Frånvaron av skvaltor i det senare Egypten påtalas av Forbes,¹⁰⁷ men faktum är att underfallsmøllor numera förekommer vid Fayyum.¹⁰⁸ Trots Nilens olämplighet i detta sammanhang, får man inte glömma att det faktiskt finns bättre lämpade vattendrag också i Egypten.

Det kan heller inte uteslutas, att en vattenmølla i alla fall finns omnämnd i en grekisk papyrustext. Det skulle i så fall röra sig om ett privatbrev daterat till 400-talet (1:1:30), i vilket förekommer ett ord som av utgivaren utläses ὕ(δ)ρο[λ]εῖαν. Tyvärr är brevet så illa skadat, att det inte låter sig säkert avgöras om denna supplerings ger god mening även innehållsligt. Dessutom saknar brevet känd proveniens, och existensen av vattenmøllor i det antika Egypten kan tills vidare inte bli mer än en gissning. Vanligt förekommande kan de under alla förhållanden aldrig ha varit.

Intressantare än Egypten är länderna väster om den libyska öknen, från Tunisien till Marocko, där de stora öst-västliga bergskedjorna erbjuder bättre naturliga förutsättningar i form av mindre vattendrag, som under stora delar av året skulle kunna utnyttjas för drift av vattenmøllor. Från romersk tid känner vi också omfattande byggnadsarbeten syftande till ett effektivare utnyttjande av vattnet, långa akvedukter osv. Jag har studerat flera publikationer av sådana byggnadsverk, men anmärkningsvärt nog inte lyckats finna någon antydning om existensen av møllor eller annat vattenkraftsutnyttjande i deras närhet.¹⁰⁹ Från

200-talet bekräftar Chemtou-möllan (1:2:44) att sådant faktiskt förekommit, och det förefaller knappast rimligt anta att det skulle helt övergivits under följande århundraden. En antydning om dess fortlevande äger vi möjligen i en mosaik från Utica (1:3:3); om denna verkligen avbildar en vattenmølla, har vi åtminstone ett belägg för förekomsten av sådana vid afrikanska lantgods under 300-talet. Bristen på omnämnanden i vattenledningspublikationerna behöver inte i sig uppfattas som något tyngre vägande motargument: den som inte väntar sig finna en vattenmølla eller ens är medveten om möjligheten, kan lätt förbigå eller missförstå de ofta mycket anspråkslösa rester som brukar bli kvar efter sådana anläggningar. Sålunda har ruinerna av Chemtou-möllan alltid legat synliga, men först på senare tid identifierats som en kvarn.

Sammanfattningsvis måste dock erkännas, att våra belägg för existensen av vattenmøllor i det romerska Nordafrika, Egypten såväl som Tunisien-Algeriet-Ma-rocko, är förvånansvärt få. Säkert belagd är endast en sådan anläggning, den i Chemtou, och osäkra är ytterligare två, det egyptiska papyrus-brevet och mosaiken från Utica. Det är av geografiska och klimatomständiga skäl knappast förvånande att vattenmøllan aldrig kommit att spela samma roll här som exempelvis i Västeuropa. Huruvida den verkligen varit av fullt så ringa betydelse som vårt för ögonblicket till buds stående källmaterial antyder, kan endast vidare forskning klarlägga.

3:3:3 Balkan

Mot rikedomerna på litterära såväl som arkeologiska evidens för vattenmøllans förekomst i det romerska imperiets västra del svarar en förvånansvärd brist på sådana i den östra rikshalvan, i synnerhet dess europeiska del. Hur väl Balkan-halvön lämpar sig utifrån sina geografiska förutsättningar för utnyttjande av vattenkraft i liten skala, framgår med all önskvärd tydlighet av förhållandena i senare tid. Icke desto mindre har jag hittills endast kunnat anföra två belägg för vattenmøllor inom området: det ena säkert men svårt att bestämma till tiden (Promona-inskriften från Dalmatien, 1:1:13), det andra av sådant slag att det måste anses ytterligt tveivelaktigt huruvida det alls är att hänföra till Balkan (Antipaters epigram, 1:1:7. Jfr. ovan, kapitel 3:1:1).

Det finns ingenting som tyder på att Janiculum-møllorna skulle ha haft någon direkt motsvarighet i Konstantinopel, men att mindre vattenmøllor förekommit i stadens utkanter kan vi utläsa av Zenos edikt (1:1:33). I händelse något av de båda mosaikfragment från kejsarpalatset där som ansetts avbilda vattenmøllor (1:3:4-5) verkligen gör så, och mycket talar för detta, kan vi dessutom konstatera att maskinen i fråga under senare hälften av 400-talet var tillräckligt välkänd i denna del av imperiet för att avbildas i genrescener av det slag det här är fråga om.

En inskrift från Korinth, daterad till 500-talet,¹¹⁰ nämner en møllare och kan med stor sannolikhet uppfattas som belägg för en vattenmølla i trakten, men i övrigt känner jag inte något tidigmedeltida exempel utom de tre møllorna på Athens Agora (1:2:26-28), av vilka den mellersta tycks ha anlagts ca 460/475 och varit i bruk i mer än hundra år. Inte minst denna rad av små kvarnar längs en övergiven vattenledning ger oss en antydning om att sådana anläggningar inte rimligen kan ha varit ovanliga vid denna tid. Så vitt jag kunnat finna lämnar oss den bysantinska hagiografien inte samma hjälp som den västeuropeiska, varför vårt hopp måste stå till ytterligare arkeologiska upptäckter.¹¹¹

3:3:4 Asien utom Kina

Det tidiga utnyttjandet av vattenmøllan i Mindre Asien kan vi anse säkert belagt, även utan att sätta tilltro till de förmenta exemplen från Urartu (1:1:2, 1:2:29), genom Strabons ord om Kabeira-møllan (1:1:8). Det är sant att vi sedan saknar evidens för dess existens i åtminstone tre hundra år, men under den här aktuella perioden möter vi den på nytt.

Från det fjärde eller femte århundradet stammar en gravinskrift över en vattenkvarnskonstruktör i Sardes (1:1:24), men väl så betydelsefull för förståelsen av den omfattning utnyttjandet av vattenkraft faktiskt nått i Mindre Asien kring mitten av 300-talet är misstanken att det förutom mjölkvarnar också funnits vattendrivna marmorsågar där.¹¹² Antagandet låter sig inte bevisas, men misstanken måste betraktas som stark.

Enligt Avitsur är vattenmøllor belagda i Palestina litterärt redan före år 70 e.Kr. och arkeologiskt sedan det andra århundradet (ovan, kapitel 3:2). Ytterligare Talmud-ställen (1:1:14) visar på existensen av sådana också vid senare tidpunkter, och flera arkeologiska belägg dateras inom den här aktuella perioden: Beth-Shean 300- eller tidigt 400-tal (1:2:30); Farod I-V 400- eller 500-tal (1:2:32-36). Avitsur betonar starkt deras betydelse och spridning, men han pekar också på de begränsningar som följde av geografiska och klimatomständiga förutsättningar, varvid vattenbristen inom området omöjliggjorde eller åtminstone allvarligt försvårade användandet av större vattenhjul: "If under-shot wheel mills had existed i Palestine ..., it would have been impossible to build more than 15. If use had been made of slanting chute mills of the kind developed in the country, there could have been a maximum of 40-50 mills. Thus the setting up of close on 230 mills (mostly of one pair of stones only) at places with meagre water resources was possible thanks only to the introduction of the *arubah* penstock."¹¹³

Brist på vatten i allmänhet och vattendrag lämpade för kvarnar i synnerhet är en realitet i stora delar av Sydvästasien, på samma sätt som i Palestina. Forbes påpekar särskilt att skvaltor aldrig förekommit i Mesopotamien,¹¹⁴ men icke desto mindre äger vi belägg för vattenmøllor där i den babyloniska Talmud. I övrigt känner jag dock inga sådana före mitten av 700-talet: "Im Jahre 751 legte eine Grieche, der als Gesandter seines Kaisers nach Bagdad kam, dort die erste grosse Wassermühle an."¹¹⁵ Skulle uppgiften vila på saklig grund, ger den en intressant antydning om den ringa betydelse de äldre, mindre vattenmøllorna haft i landet. I fråga om Baghdad-møllan måste vi ha att göra med en hjulkvarn, sannolikt en skeppsmølla.

Våra kunskaper om vattenmøllans spridning till och utveckling i länderna öster om Mesopotamien är ytterligt begränsade, med all säkerhet åtminstone delvis beroende på bristande kunskaper om dessa folks äldre litteratur. Det är betecknande för detta förhållande, att det enda belägg för vattenmøllor i Indien som normalt förekommer i västerländsk litteratur är en uppgift hos den bysantinske författaren Kedrenos (1:1:18), som beskriver hur den helleniserade persern Metrodoros introducerade vattenmøllan där ca 325, i samband med ett besök han företog i sin egenskap av vishetslärare.¹¹⁶ Uppgiften kan mycket väl vara riktig, men endast ett ingående studium av den klassiska indiska litteraturen kan placera den i ett meningsfullt sammanhang.¹¹⁷

3:4 K I N A

Endast i undantagsfall tar den moderna litteraturen upp utvecklingen i Kina, och då bara i förbigående.¹¹⁸ Mera ingående diskussioner förekommer hos två författare, White och Kiechle,¹¹⁹ men ingendera har haft tillgång till den modernaste och mest utförliga materialsammanställningen, Joseph Needhams *Science and civilisation in China*, Vol. IV:2 (1965). Kiechle skrev visserligen flera år efter det att detta verk publicerats, men har av någon anledning inte utnyttjat det utan baserar i stället sina uppgifter huvudsakligen på Yang Lien-Shengs *Chinese social history* (Washington 1956).

Jag ser inga skäl att här försöka presentera de kinesiska källorna in extenso, vare sig i original eller översättning, och jag tänker heller inte försöka mig på den för en icke-expert närmast hopplösa uppgiften att göra en mera ingående analys av utvecklingen i Kina. Däremot har det tyckts mig lämpligt att ge åtminstone en viss belysning av densamma, genom att sammanställa de uppgifter i frågan som förekommer i Needhams bok.

a) Generalen Tu Yü (222-284) uppges ha uppfunnit seriekopplade kugghjulsdrivna möllor, men källorna förefaller något motstridiga. Enligt vissa rör det sig i stället om seriekopplade fallhammare, och det finns under alla förhållanden inga uttryckliga uppgifter om att de skulle ha drivits av vattenkraft, även om detta förefaller sannolikast.¹²⁰

b-c) Poeten Chhu Thao (ca 240-280) och matematikern Wang Jung (235-306) uppges också av vissa källor ha uppfunnit vattenmøllor, medan andra talar om vattenkraftsdrivna fallhammare.¹²¹

d) "Celebrated water-mills, which the emperor himself came to inspect, were erected by the great 5th-century mathematician and engineer Tsu Chhung-Chih, about +488".¹²²

Det är först under 600-talet som vi i större omfattning möter säkra belägg för vattenmøllor i egentlig mening,¹²³ men Needham accepterar även de något tvivelaktiga exemplen från 200-talet och räknar med att vattenmøllor måste ha förekommit "at least as early as the hydraulic blowing-engines of the 1st century, and perhaps some time before them".¹²⁴ Vattenkraftsdrivna fallhammare omnämns med säkerhet redan ca 20 e.Kr. och bläsbälgar år 31.¹²⁵

Den viktigaste förutsättningen för konstruktionen av vattenmøllor var obestridligen för handen redan tidigare. Vridbara handkvarnar omnämns litterärt sedan andra århundradet f.Kr., och då de arkeologiska fynden tycks gå tillbaka åtminstone till samma tid, "we ... reach the conclusion that everything points to the first half of the 2nd century as the period when rotary mills were in general use".¹²⁶ Detta överensstämmer påfallande nära med den nu rådande uppfattningen om vridkvarnens genombrott i Medelhavsvärlden (ovan, kapitel 3:1:1), och Needham ställer själv den ofrånkomliga frågan: "diffusion or simultaneous invention?" I sig av stor vikt är den dock i just detta sammanhang mindre väsentlig, och jag nöjer mig här med att hänvisa till Needhams försök till svar.¹²⁷

Djurdrivna kvarnar möter vi första gången ca 175 e.Kr.,¹²⁸ men som Needham påpekar, "it is curious that references in early Chinese literature to the mill *par excellence*, the rotary millstones driven by water-power, are much rarer than those to the water-driven trip-hammer. This may arise perhaps from a fluidity of terminology at that time, especially among the scholars whose qualifications were not technical".¹²⁹ Onekligen stöds denna förklaring av de källor som omväxlande tillskriver Tu Yü, Chhu Thao och Wang Jung fallhammare och mjölkvarnar. Needhams strävan att föra den kinesiska vattenmøllans historia tillbaka till en tidpunkt före Kristi födelse förefaller således väl motiverad, men bevisas låter den sig tills vidare inte.

Den vanliga uppfattningen att de kinesiska møllorna varit skvaltor delas i princip av Needham.¹³⁰ Det horisontella vattenhjulet tycks alltid ha varit det normala i Kina intill modern tid, och säkra belägg för vertikala hjul förekommer inte förrän efter den period som intresserar oss här.¹³¹ Det tyngst vägande argumentet gäller i detta sammanhang hydrauliska fallhammare, vilka måste ha drivits med vertikala hjul, om vi inte vill räkna med horisontella hjul kombinerade med en rätvinklig kugghjulsmekanism - en konstruktion som visserligen är möjlig med föga trolig.¹³²

Från Kina lär vattenmøllan ha spritts dels till Tibet och dels över Korea till Japan. Till Japan kom den år 610 med den koreanske murken Tamjing, "a remarkable carrier of technological culture, knowledgeable in many arts and crafts besides millwright's work",¹³³ till Tibet ca 641 med den kinesiska prinsessan Wên Chhêng Kung Chu, som gifte sig med konung Srong-btsan-sgam-po.¹³⁴

KAPITEL 3. NOTER

- 1 I vilken utsträckning detta faktiskt skedde, påvisas framför allt av Kiechle, *passim*.
- 2 Det enda egentliga undantaget utgörs av Sagui 230, som menar att vattenmöllan funnits redan på Archimedes' tid (ca 287-212 f.Kr.)
- 3 Ingående motivering i Schanz-Hosius II 387-388. Inom kvarnlitteraturen förekommer denna datering endast hos Moritz 131. I övrigt varierar uppfattningarna från 27 (Usher 165, 168) till 20/11 f.Kr. (Bennett-Elton II 32; Curwen 130).
- 4 P. Thielscher, i RE Zweite Reihe IX (1961) 431-432, s.v. *Vitruvius* no.B.2.
- 5 Bennett-Elton II 7.
- 6 Bennett-Elton II 6-7; Avitsur 39. Jfr. Ek 49-50; Maróti 257.
- 7 Stadtmüller III:1, 402-403.
- 8 Müller 103-105.
- 9 Gow-Page II 84: "The epigram is in any case among his [Antipater's] most successful. Stadtmüller sought by adducing a number of unimportant resemblances to assign it to Antiphilus." Inom kvarnlitteraturen betraktas Antiphilos som författaren endast av Benoît 31 n.1 och Forti 115, 126, medan Bloch 539 och Moritz 131 nämner möjligheten.
- 10 Ca 85 f.Kr.: Bennett-Elton II 6-7, 80; Jacobi 91. Jfr. Usher 165; Forbes II 86. *Ciceros tid*: Beckmann 15; Gleisberg 29; jfr. Storck-Teague 97. 1:a årh. f.Kr.: Forbes 1956, 593; Ek 49. Ca 30/25 f.Kr.: Curwen 134; Moritz 131; Needham IV:2, 366. *Augustus' tid*: Bloch 539; Gille 1; jfr. Usher 165. *Sen augusteisk tid*: Blümner 46; Lindet 36. *Neros regering*: Feldhaus 1931, 172; Feldhaus 1936, 473.
- 11 Reitzenstein, i RE I (1894) 2514, s.v. *Antipatros* no.23; Gow-Page II 18-21. Det eventuella undantaget utgöres av *Anthologia Palatina* XVI 75, som av Reitzenstein anses vara att datera kort efter 12 e.Kr., medan Gow och Page menar att också detta epigram mycket väl kan vara äldre.
- 12 Blümner 46; Bloch 539; Benoît 75; Gille 1; Moritz 131; White 80; Duval 243; Kiechle 115, 118. Usher antyder möjligheten "that the machine was constructed long before this event [d.v.s. Pompeius' erövring av Kabeira år 65], but it is perhaps too much to assume that it was part of the original construction work at the palace, almost a hundred years earlier." (Usher 165).
- 13 Feldhaus 1914, 1300; Feldhaus 1931, 85.
- 14 Needham IV:2, 407.
- 15 Forbes II 86.
- 16 Bennett-Elton II 37; jfr. *ibid.* II 7.
- 17 Brett 354; Curwen 134; Usher 165; Steensberg 1959, 130; Ek 50; Needham IV:2, 366.
- 18 Lindet 36.
- 19 Forti 582. Jfr. Gille 1.
- 20 Moritz 131.
- 21 Bloch 538; Gille 1.
- 22 20/25 e.Kr.: Bennett-Elton II 8; ca 24 f.Kr.: Needham IV:2, 366.
- 23 Så t.ex. von Christ II:1, 411.
- 24 Pais I 269-296. Jfr. t.ex. E. Honigmann, i RE Zweite Reihe IV (1931) 83, 90, s.v. *Strabon*; F. Lasserre, i KP V (1975) 382, s.v. *Strabon*.
- 25 E. Honigmann, i RE Zweite Reihe IV (1931) 76-79, s.v. *Strabon*; F. Lasserre, i KP V (1975) 381, s.v. *Strabon*.
- 26 Pais I 305-316; se i synnerhet 310-313.
- 27 Strabon XII 3,31 C 557: "Hon lät bebygga Kabeira ytterligare ... och använde staden som residens".
- 28 Curwen 134, 143.

- 29 Det är dock intressant att notera, att ordet helt uteslöts i vissa tidiga Strabon-översättningar. Se Beckmann II 12 n.25.
- 30 Jfr. Usher 161-162, 164-165; Bloch 538; Storck-Teague 95; Gleisberg 30, 32-33; Moritz 134; White 81; Kiechle 118.
- 31 Vitruvius och Antipater beskriver uttryckligen hjulkvarnar, och vad Strabons mölla beträffar finns det ingenting som ger oss anledning anta att den varit av annat slag. Se ovan, kapitel 2:2.2.
- 32 Se i synnerhet Bloch 541. Jfr. Storck-Teague 95; Gleisberg 32-33; Landels 19. Av uttryckligen motsatt uppfattning är bara Forbes II 38-39, som menar att norian skulle vara yngre än hjulkvarnen.
- 33 Philon V (*Pneumatika*) 65.
- 34 Philons femte bok, som behandlar vattenuppfordring, är bevarad endast i arabisk översättning, och det kan inte uteslutas att vissa delar är senare tillägg. Jfr. Schjøler 65-66.
- 35 Wikander 1980, no.A 1.
- 36 Feldhaus 1914, 1299; Usher 162. Jfr. dock Schjøler 163.
- 37 Beck 2, 18-19.
- 38 Publicerat av D.J. de S. Price, *Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism - a calendar computer from ca. 80 B.C.*, Transactions of the American Philosophical Society, New series 64:7 (1974).
- 39 Usher 168. Jfr. Needham IV:2, 88.
- 40 Landels 19. Jfr. Schjøler 152-153.
- 41 Moritz, kap. IX-XI, XIV (pp.62-90, 103-121).
- 42 Moritz 68-69, 73-74, 104-105, 109-110, 115-116, 141-142.
- 43 Moritz 134-135.
- 44 Vitruv. *De architectura* X 1,6: ... *Non minus quae sunt innumerabili modo rationes machinationum, de quibus non necesse videtur disputare, quando sunt ad manum cotidianae, ut sunt molae, folles fabrorum, raedae, cisia, torni ceteraque, quae communes ad usum consuetudinibus habent opportunitates. Itaque incipiemus de is, quae raro veniunt ad manus, ut nota sint, explicare.* (= "Samma sak gäller de oräknliga tekniska uppfinningar [?], vilka det inte synes nödvändigt att diskutera, eftersom de finns till hands i det dagliga livet, som exempelvis kvarnstenar, smedernas blåsbälgar, resvagnar med fyra eller två hjul, svarvar och annat, som är allmänt lämpligt för vanligt bruk [?]. Därför skall vi börja med att beskriva sådana saker som man sällan träffar på, för att de skall bli bekanta." [Texten är på flera ställen osäker och har bedömts olika av olika utgivare. Om det sakliga innehållet råder dock inte någon oklarhet.]) Så uppfattas saken av Curwen 132, men även om denna tolkning nog är den troligaste, är den inte alldeles given. Vitruvius säger sig faktiskt endast skola *börja* med att beskriva maskiner som är mindre vanligt förekommande, och slutet av boken (X 10-16) behandlar katapulter och andra krigsmaskiner som inte rimligen kan ha varit ovanliga vid denna tid.
- 45 Jfr. dock Moritz 134.
- 46 Bortsett från Vitruvius' beroende av grekiska källor i allmänhet, är det i detta sammanhang av särskilt intresse att notera, att ett stycke just av Vitruvius' tionde bok (X 13-15) har en direkt motsvarighet i ett grekiskt mekaniskt arbete av Athenaios. Överensstämmelserna är så stora, att vi måste räkna antingen med Athenaios som förlaga för Vitruvius eller med en gemensam förlaga för båda (Schanz-Hosius II 390-391).
- 47 Bloch 539. Visserligen är *hydraletae* i Vitruvius' text en emendation, men manuskriptens *hydraulae* visar under alla förhållanden att Vitruvius använt ett grekiskt ord. Jfr. ovan, kapitel 2:1.1.
- 48 Bennett-Elton II 37; Lindet 36; Usher 166; Avitsur 38.
- 49 Curwen 135; jfr. *ibid.*: "Thessalonica lies but a few hundred miles west of Pontus, and it is tempting to think that the knowledge of Mithridates' mill had travelled so far in the course of half a century."
- 50 Jfr. Reitzenstein, i RE I (1894) 2514, s.v. *Antipatros* no.23; Cichorius 330; Gow-Page II 19.

- 51 Om han alls återvände dit - det finns ingenting som bevisar att han så gjorde. Jfr. Gow-Page II 20.
- 52 Jfr. Gow-Page II 84; Tittel, i RE IX (1916) 53-54, s.v. *Hydraletes*.
- 53 J. André i DAT II (1964) 691, s.v. *Meule-Moulin*. Liknande synpunkter framförs av bl.a. Blümner 45-46; Curwen 135; Landels 17.
- 54 Bennett-Elton II 79-81, med hänvisning till *Archaeologia Cambrensis* 1850, supplement.
- 55 Bennett-Elton II 31-32; Jacobi 91; Curwen 130.
- 56 Bennett-Elton II 7, 37; Gleisberg 29; Avitsur 38.
- 57 Bloch 539; Forti 582.
- 58 Forti 114: "Più tardi gli ingegneri alessandrini idearono mutue trasformazioni di moti rotatori, su piani diversi. L'ultimo prodotto di tutte queste conquiste graduali fu appunto il mulino idraulico apparso verso il 100 a.C. circa. Così il primo grande istituto di ricerche scientifiche, il Mouseion, ... aveva dato i suoi frutti". Jfr. Rostovzeff 365.
- 59 Curwen 145.
- 60 White 81.
- 61 Se Needham IV:2, 84, 433, 493.
- 62 Om kugghjul och vridkvarnar i Kina, se Needham IV:2, *passim*; i synnerhet 85-89, 188-191.
- 63 Needham IV:2, 362, 405, 433.
- 64 Curwen 144 resp. 143. Jfr. Kiechle 116.
- 65 Se i synnerhet Forti 114.
- 66 Bloch 539.
- 67 Curwen 130.
- 68 Avitsur 1960, 39.
- 69 Jfr. White 80-81.
- 70 Se Wikander 1980, med detaljerade hänvisningar till Needham.
- 71 Moritz 134,
- 72 Avitsur 1960, 39.
- 73 Forbes II 38; jfr. *ibid.* 87.
- 74 Så uppfattas saken också av Kiechle 118 n.14.
- 75 Curwen 145.
- 76 White 80-81.
- 77 Kiechle 115. Jfr. t.ex. Storck-Teague 96 och Forti 116.
- 78 Wikander 1980, *passim*.
- 79 Förutom de tre här behandlade säkra beläggen (1:1:6-8) bör också nämnas två mera tvivelaktiga, Digesta (1:1:5) och en stadsromersk inskrift (1:1:11), vilka troligen båda är att hänföra till augusteisk tid.
- 80 Detta tycks framgå av texten, även om Plinius inte uttryckligen kallar möllan "udramula" eller "hydraletes", så som påstås av Forbes II 90.
- 81 Curwen 135. Liknande synpunkter framförs av Bennett-Elton II 4; Moritz 135-136; och Kiechle 120.
- 82 Detta hävdas av Moritz 136, men har inte mer grund i Plinius' text än Gilles påstående att "Pline nous le montre assez répandu sur les rivières d'Italie" (Gille 1).
- 83 Storck-Teague 84.
- 84 Forbes II 87.
- 85 Kiechle 120 n.25.
- 86 Avitsur 1960, 38.
- 87 Ett ytterligare möjligt undantag utgöres av uppgiften om konung Cormacs mölla på Irland (1:1:16). Se nedan, kapitel 3:3:1.
- 88 Wikander 1979, 21-24.
- 89 Avitsur 1960, 40. Av förmenta belägg för vattenmøllor i Palestina tar jag i min katalog inte upp kvarnarna i Kh. Sāmiye (Jerusalem), el Jiyya (ʿAsqālān), Nāblus, ʿAqir (Isdūd), Exaloth (Nāyīn), och Tell Meqarqash (Tiberias). Avi-Yonah beskriver dem endast som "Roman mills" (Avi-Yonah 150, 157, 161, 165, 172, 175), och inte heller i den litteratur han hänvisar till finns något som klart antyder att de skulle ha varit vattendrivna. Visserligen hänvisar Heichelheim 197 n.88 till dem i sin diskussion om syrisk-palestin-

- ska vattenmöllr, men detta torde i sig ha föga bevisvärde, då de flesta av hans övriga referenser visar sig behandla kvarnar av annat slag.
- 90 Avitsur 1969, 391, 393.
- 91 Beträffande dessa texter och deras datering, se Wikander 1979, 15-16.
- 92 Om utvecklingen i Italien under följande århundraden, se Wikander 1979, 29-34 (Rom) och 14-15 (övriga Italien).
- 93 Bloch 545. Feldateringen av Ausonius till det tredje århundradet (jfr. ibid. 539) har tyvärr övertagits av åtskilliga senare författare; se Storck-Teague 99; Gille 2; Ek 65; Needham IV:2, 366. Marōti 267-273 hävdar, med utgångspunkt från de relativt sett många skriftliga beläggen för vattenmöllor i Gallien, att dessa skulle ha varit vanliga där, långt innan de slog genom i andra delar av imperiet. Han fäster dock härvid, enligt min uppfattning, alltför stor vikt vid tillfälligheter i källförhållandena. Om man i stället studerar enbart arkeologiska belägg, finner man en motsvarande övervikt för Britannien - åtminstone ett tiotal exempel, mot endast ett i Gallien.
- 94 Väsentligt vid bedömandet av i vilken utsträckning vattenkraften utnyttjades här vid denna tid är det faktum att Ausonius talar inte bara om vattendrivna mjölkvarnar utan också om sågmöllor. Se Wikander 1980, no. B 4:d.
- 95 Rörande den kunglige livläkaren Marileif förklarar Gregorius av Tours *Hist. Franc.* VII 25: *Servitium enim patris eius tale fuerat, ut molinas aeclesiasticas studeret* (= "Ty hans faders livegenskap var så beskaffad, att han var sysselsatt med kyrkliga kvarnar"). "Hätte Gregor hier von einem gewöhnlichen Müller sprechen wollen, so hätte er sich gewiss anders ausgedrückt." (Koehne 44 n.28).
- 96 Fynden vid Bolle (1:2:15) manar dock till viss försiktighet härvidlag.
- 97 *Lex Baiuvariorum* IX 2 (MGH Legum Sectio I:V:2, 367).
- 98 I och för sig ger Iolo Morganwg (1:1:20) datering av den äldsta vattenmöllan i Wales till år 340 god mening i detta sammanhang, men icke desto mindre måste särdeles goda argument till för att man skall våga ta detta obskyra litterära belägg på allvar.
- 99 Härför argumenterar i synnerhet Curwen 133, 144.
- 100 Beträffande Skottland, se Bennett-Elton II 82, 86, och Joyce 331. För Spanien uttalar sig Curwen 144.
- 101 De Paor 26-27, 37-38. Jfr. den positiva behandling legenden får hos Collingwood 245-246.
- 102 Historien om hur två söner till konung Blathmac omkom efter att ha tagit sin tillflykt till hjulschaktet i Maelodhrans mölla återberättas i i det närmaste identiska ordalag i samtliga större iriska annaler (*Four Masters, Tigernach, Ulster, Clonmacnoise, Cronicum Scotorum*) under årtal skiftande mellan 647 och 651; jfr. Joyce 332-334. Beträffande annalernas ålder och trovärdighet, se Hughes 99-146.
- 103 Cogitosus, *Vita sanctae Brigidae virginis*, coll.787C-788C Migne. Jfr. Hughes 227-228.
- 104 Så mycket mera som stora papyrusfynd gjorts just vid Fayyum, en av de få platser i Egypten som kan antas någorlunda lämpade för vattenmöllor.
- 105 Rostovtzeff 365.
- 106 Origenes, *In Matth.* XIII 17, p.225 Klostermann: "Ty det finns också olika slags kvarnar, så att den ena av dem är, för att uttrycka sig så, en människokvarn, den andra en åsnekvarn." Jfr. Wikander 1979, 14 n.18.
- 107 Forbes II 87.
- 108 Information från Th. Schiøler.
- 109 Jfr. Benoit 79.
- 110 CG-CI I:1, 86-90 no.41.
- 111 Ett indirekt bevis för vattenmöllans betydelse på Balkan i äldre byzantinsk tid äger vi i den bulgariska agrarlagen från ca 800. Att döma av denna var vattenmöllor vanliga inom det bulgariska riket vid denna tid, och det är svårt att inse varifrån de skulle ha hämtats om inte från den grekiska världen. - Se Sakazov 42.

- 112 Gregorius av Nyssa, *In Ecclesiasten* III, p.656A Migne. Se Wikander 1980, no. B 4:c.
- 113 Avitsur 1960, 45. Jfr. Avitsur 1969, 406.
- 114 Forbes II 87.
- 115 Feldhaus 1931, 233. Jfr. Forbes II 111: "A Greek ambassador is said to have built a large water-mill at Baghdad (751). al-Jagubi (about 890) mentions that they were introduced in Baghdad a century before his time."
- 116 Metrodoros skulle möjligen kunna ses som evidens för kunskap om vattenmøllor i Persien, men hans grekiska kontakter gör ett sådant postulat tvivelaktigt. Samma sak gäller det till tiden närmaste belägg jag känner, persern Achmets på grekiska avfattade *Oneirokritika* 195 (ca 700?).
- 117 Needham IV:2, 406 medger att Metrodoros-historien "may not be wrong, but if the noria was really primarily Indian, one would rather expect an indigenous development." Jfr. Wiet-Elissees-Naudou-Wolff 306: "The use of the potential energy of water-courses had been known for a long time in India, whether the Indians had learnt about it from the Greek philosopher Metrodorus, as Codrensus [*sic!*] states, or whether it was discovered by an indeterminable date, as is affirmed by the genealogical lists of Orissa."
- 118 Gille 2; Forbes II 87, 110-111; Gleisberg 35; Forti 582; Ek 64; Haudricourt-Daumas 110.
- 119 White 81, 82, 104; Kiechle 116-117, 128-129.
- 120 Needham IV:2, 30, 195, 396, 403. Jfr. Forbes II 111.
- 121 Needham IV:2, 396.
- 122 Needham IV:2, 400.
- 123 Needham IV:2, 400-401.
- 124 Needham IV:2, 396. Jfr. *ibid.* I 118, 232, IV:2, 193, 369-370, 407; samt diskussionen beträffande ett ställe i T'ai-ping yü-lan hos Kiechle 116-117.
- 125 För detaljerade hänvisningar till Needham rörande andra maskiner är mjölkvarnar drivna av vattenkraft i Kina, se Wikander 1980.
- 126 Needham IV:2, 189-190.
- 127 Needham IV:2, 191-192. Jfr. *ibid.* I 229.
- 128 Needham IV:2, 193.
- 129 Needham IV:2, 396.
- 130 Gille 2; Forbes II 87, 110-111; Forti 582; Haudricourt-Daumas 110; Needham I 232; IV:2, 84, 88, 378, 392, 368-369, 398, 405-406, 433, 493, 546; Kiechle 116-117, 129.
- 131 Needham IV:2, 84, 390, 392, 433, 493.
- 132 Needham IV:2, 88, 377-378, 390-392, 406, 433, 493; jfr. White 81. I samma riktning pekar Needhams resonemang beträffande de mekaniska glober, som kan följas tillbaka åtminstone till ca 125 e.Kr. (Needham IV:2, 481, 493).
- 133 Needham IV:2, 401 n.g.
- 134 Needham I 124; IV:2, 401 n.h. Jfr. Forbes II 110-111 (som kallar konungen Song-tsen Gam-po).

4 EKONOMISKA, SOCIALA OCH JURIDISKA ASPEKTER

4:1 KVARNARNAS ANVÄNDNINGSMRÅDEN

4:1:1 Vattenmøllor i städerna

En av de allvarligaste bristerna i diskussionerna om vattenmøllans uppkomst och spridning - en brist som också påtagligt bidragit till att snedvrída dessa diskussioner - är det faktum, att man i allmänhet inte tagit fasta på eller ens tycks ha reflekterat över de olikartade förhållanden som rådde i städerna och på landsbygden. Jag har redan tidigare påtalat detta problem och betonat vilka svårigheter som är förknippade med utnyttjandet av vattenkraft i antikens städer.¹

På många håll i Medelhavs-världen, inte minst i Italien, låg en stor del av städerna uppe på höjder utan tillgång till rinnande vatten. Andra breddde ut sig kring större floder, som åtminstone till en början var ytterligt olämpliga för anläggandet av vattenmøllor. Variationer i vattenståndet gjorde kvarnarnas ineffektiva eller direkt oanvändbara stora delar av året och utsatte dem dessutom för allvarlig risk att skadas eller t.o.m. förstöras under vårfloden. Först genom införandet av skeppsmøllan under 500-talet löstes dessa svårigheter på ett tillfredsställande sätt, och fram till denna tid var man i städerna huvudsakligen hänvisad till att utnyttja en konstgjord vattenledning - en alltför dyrbar och besvärlig procedur för att nå en allmän användning.

Trots dessa förhållanden har man i anmärkningsvärt hög grad låtit sig vilseledas av det bevarade källmaterialet, som för antikens del huvudsakligen behandlar just städerna och endast undantagsvis lämnar upplysningar om förhållandena på landsbygden.² Utifrån dessa källor har man sedan ansett sig skriva vattenmøllans historia i allmänhet, medan man i själva verket endast beskrivit dess historia i städerna och inte ens lyckats särskilt väl med denna uppgift.

Orimligt stor betydelse har härvid tillmätts ett ställe i Suetonius' Caligula-biografi: *quidquid instrumenti veteris aulae erat ab urbe repetiit, comprehensis ad deportandum meritoriis quoque vehiculis et pistrinensibus iumentis, adeo ut et panis Romae saepe deficeret.*³ Denna uppgift uppfattas av många som bevis för att vattenmøllor överhuvudtaget icke förekommit i Rom vid denna tid,⁴ men det enda vi i själva verket kan utläsa ur texten är att de inte varit totalt dominerande. Redan om en tämligen begränsad del av spannmålsmalningen i Rom sköttes med användande av djurdrivna kvarnar, skulle en konfiskation av djuren ha fått kännbara konsekvenser.

Å andra sidan finns det heller inte mycket som talar för användningen av vattendrivna kvarnar i Rom vid denna tid.⁵ Tibern är knappast lämpad för andra vattenmøllor än skeppsmøllor; mindre vattendrag passande för detta syfte förekommer inte i staden, och mot ett utnyttjande av akvedukternas vatten talar i synnerhet det faktum att Frontinus inte nämner någonting om sådant i sin skrift

om Roms vattenledningar, författad år 97/98 e.Kr.⁶ Sålunda torde med all sannolikhet den gängse uppfattningen, att vattenmöllor inte förekom (eller åtminstone saknade betydelse) i Rom under det första århundradet e.Kr., vara korrekt - inte med stöd av det ständigt återopade Suetonius-citatet, utan utifrån allmänna sannolikhetsöverväganden.

Har intresset för antikens vattenmöllor i allmänhet begränsats till förhållandena i städerna, så har det i synnerhet kommit att fokuseras på situationen i själva Rom. Detta är knappast ägnat att förvåna, om man betänker staden Roms betydelse överhuvud, och än mindre så, som vi faktiskt äger en rad antika texter som behandlar vattenmöllor just där (ovan, kapitel 3:3:1).

Med undantag för den lilla mölla som påträffades i källaren under Caracallas thermer (1:2:21) och de vattenmöllor i stadens utkanter, vilkas existens antyds i ett av konung Theoderiks edikt,⁷ berör alla våra källor, litterära såväl som arkeologiska, de stora kvarnanläggningarna på Janiculum.⁸ Vanligen anses dessa ha tillkommit under 300-talet och då snarast under dess senare del, men jag är själv benägen att hänföra deras inrättande redan till slutet av 200-talet.⁹ De brukar ofta beskrivas med uttryck som "statliga" eller dylikt, men detta får då icke uppfattas som liktydigt med "statsägda". Motsatsen förefaller väl i sig troligare vad direkta ägandeförhållanden anbelangar, men "statliga" var Janiculum-möllorna obetingat i så måtto att de, i likhet med andra led i Roms spannmålsförsörjning, från fälten i Afrika till bagerierna i Rom, stod under statliga myndigheters översyn och beskydd.¹⁰ Härpå tyder också anläggningens rättigheter att i motsats till andra, i alla avseenden privata, möllor utnyttja vatten från en av stadens akvedukter, oavsett om denna nu verkligen var Aqua Traiana, som allmänt anses, Aqua Alsietina, eller båda.¹¹

Janiculum-möllorna var i bruk så länge akvedukterna fungerade, d.v.s. tills de förstördes av gotherna år 537. Huruvida deras verksamhet återupptogs sedan akvedukterna reparerats, undandrar sig vårt bedömande, men mot tanken talar framför allt det faktum att förutsättningarna för utnyttjandet av en kvarnanläggning av denna omfattning ryckts undan genom Roms förvandling till en småstad med endast några tiotusental invånare.¹²

De väldiga kvarnanläggningarna på Janiculum torde ha sin närmaste motsvarighet i Barbegal (1:2:17),¹³ men även om möllorna där kan antas ha stått i något slags samband med staden Arles, befinner de sig faktiskt närmare 10 km därifrån, och inte från någon annan antik stad känner vi något liknande. Uppgifterna om en stor anläggning i Prêty (Pistriacum) nära Tournus (1:1:15, 1:2:18) vilar på ett missförstånd, och ingenting tyder på att en sådan förefunnits i den stad man närmast kommer att tänka på i detta sammanhang, Konstantinopel. Visserligen är vi betydligt sämre underrättade om brödförsörjningens organisation i Konstantinopel än om den i Rom,¹⁴ men med hänsyn till de rikhaltiga beläggen för Janiculum-möllornas verksamhet vore det förvånande, om en motsvarande anläggning i Konstantinopel skulle ha helt och hållet undgått uppmärksamhet, litterärt såväl som arkeologiskt.

Kvarnarna i Chemtou (1:2:44) är värda att nämna i detta sammanhang. Det romerska Simithu kan med all rätt beskrivas som en industristad, uppbyggd kring betydelsefulla stenbrott för numidisk marmor och platsen för en stor fabriksanläggning för tillverkning av marmorföremål av olika slag, i verksamhet från mitten 100-talet till ca 325 e.Kr. För en stadsbefolkning av det slag det här är fråga om måste en mekanisering av mjöltillverkningen ha varit särskilt ändamålsenlig.¹⁵

Beträffande spannmålsmalningen i det romerska kejsardömet städer brukar förekomsten av djurdrivna kvarnar föras fram som argument mot existensen av vattenmöllor, inte bara i fråga om det tidigare diskuterade Suetonius-stället utan också i andra sammanhang. Exempelvis menar Kiechle, att en målning av en hästmölla i Domitilla-katakomberna i Rom från mitten av 300-talet skulle bevisa att Janiculum-möllorna ännu icke existerat vid denna tid.¹⁶ Jag har redan tidigare vänt mig mot denna uppfattning och påpekat det orimliga i att i

detta sammanhang räkna med ett antingen/eller, då varje rimligt övervägande måste göra det sannolikare att de båda kvarntyperna fungerat sida vid sida.¹⁷ Så gjorde de ännu under medeltiden och fortsatte med detta in i vårt århundrade.

Den eventuella förekomsten av djurkvarnar i städerna saknar alltså i sig varje bevisvärde. De verkligt meningsfulla argumenten i sammanhanget är bara två: *för* existensen av vattenmøllor talar klara litterära omnämmanden eller arkeologiska fynd, *mot* deras existens den totala avsaknaden av vattendrag och akvedukter som kunnat driva en vattenmølla. Det senare gäller åtskilliga städer i Medelhavs-världen, det förra ett mycket litet fåtal. Beträffande de allra flesta kan vi för ögonblicket inte säga någonting.

Av de säkra exemplen på vattenmøllor i antikens städer har fynden under Caracallas thermer tilldragit sig särskilt intresse, då de utgör en slående illustration till Palladius' rekommendation (1:1:23) att låta avloppsvatten från badanläggningarna driva kvarnar. Som en parallell i detta avseende kan vi möjligen uppfatta møllan i Saepinum (1:2:23), som ligger vid ena sidan av Forum - i nära anslutning till ett byggnadskomplex som tentativt identifierats som ett bad.

Av en inskrift (1:1:12) att döma måste vi räkna med förekomsten av vattenmøllor i Günzburg (Guntia) i Bayern vid en icke närmare bestämbar tidpunkt under den romerska kejsartiden, och om fynden från Lincoln (1:2:9) verkligen härrör från vattenkvarnar visar de att sådana förekommit om inte i så åtminstone i direkt anslutning till en stad i Britannien. Mera diskutabelt är i detta sammanhang fyndet av en inskrift i Sardes (1:1:24), som omtalar en vattenmøllekonstruktör. Att han begravts i staden bevisar i och för sig inte att han också varit verksam där.

Om förhållandena under övergångsfasen mellan antiken och den tidiga medeltiden vittnar fynd från Korinth och Athen. I Korinth har påträffats gravskriften över en møllare från 500-talet,¹⁸ och från Athens agora känner vi resterna av tre mindre vattenmøllor (1:2:26-28) i rad längs en vattenledning, som tidigare försörjt ett par fontäner. Anläggningstiden har för åtminstone en av dem kunnat bestämmas till kort efter mitten av 400-talet, och den var troligen i bruk fram till den slaviska invasionen ca 580. Påfallande är här att møllan anlagts vid en tidpunkt då det gamla torget sedan länge låg övergivet och i realiteten befann sig utanför den senantika stadens murar.

Om Agora-møllornas uppgift kan ingenting säkert sägas. Fynden av kvarnstenar i den mellersta visar att det faktiskt rör sig om mjölkvarnar och inte om annan industriell aktivitet.¹⁹ De kan ha bidragit till stadsbefolkningens spannmålsförsörjning, men en intressant möjlighet antyds av ruinerna efter det omedelbart intill liggande universitetskomplexet, i bruk från början av 400-talet till år 529.²⁰ Liksom man vid de tidigmedeltida klostren i stor utsträckning försökte anlägga vattenmøllor för att försörja sina munkar och nunnor (nedan, kapitel 4:1:4), är det inte uteslutet att man från universitetets sida vidtog liknande anstalter för sina studenter och lärare.

Symptomatiskt är, att medan beläggen för vattenmøllor i allmänhet blir allt fler från och med 500-talet, försvinner de i stället nästan helt vad städerna beträffar. Janiculum-møllorna upphörde att fungera år 537, och det är tveklöst om de någonsin mera togs i bruk. Møllorna på Athens agora förstördes troligen vid den slaviska invasionen ca 580, *de* med säkerhet för att aldrig mer återuppbyggas. Båda grupperna exemplifierar den allvarliga faran av att låta møllor drivas av vattnet från en akvedukt. Systemet kan fungera väl under fredliga och ordnade förhållanden, men efter den romerska centralmaktens sammanbrott blev riskerna omöjliga att skydda sig emot.²¹ En förstörd mølla låter sig tämligen lätt repareras; en förstörd akvedukt kräver avsevärt större insatser. Då därtill stadskulturen som helhet gick kraftigt tillbaka vid denna tid, är det än mindre förvånande att vi i allt mera sällan möter evidens för vattenmøllor i städerna.

Utvecklingen i Rom är intressant, då den inte bara exemplifierar det gamla systemets sammanbrott, utan även början till ett nytt. Då akvedukterna skars av av gotherna år 537, löstes krisen vad spannmålsmalningen beträffar genom anläggandet av skeppsmöllor i Tibern, och även om dessa troligen inte blev gamla där vid detta tillfälle,²² öppnade de helt nya möjligheter för framtiden då det gällde utnyttjandet av vattenkraft i medeltidens städer. Under hög-medeltiden och långt in i nyare tid spelade skeppsmöllorna en stor roll,²³ och det är inte otänkbart att det är just sådana kvarnar som omnämns redan i Geneve år 563 och Dijon ca 580.²⁴

En varning är dock av nöden. Att vi under följande århundraden nästan helt saknar belägg för vattenmöllor i den tidiga medeltidens städer,²⁵ får inte ses som bevis för att sådana alls icke existerat. Vad jag tidigare sagt om källförhållandena under antiken, gäller också här, även om situationen nu är den omvända: medan de antika källorna nästan uteslutande intresserar sig för förhållanden i städerna, behandlar den tidiga medeltidens litteratur framför allt situationen på landsbygden. Så mycket kan dock sägas, att läget sådant som vi kan avläsa det då vi för första gången blir i stånd att skaffa oss en helhetsbild av vattenmöllans utbredning, i England som det speglas i Domesday Book åren 1085-1086, ger en tydlig indikation att möllorna är koncentrerade till landsbygden och inte till städerna.²⁶

4:1:2 Militära vattenmöllor

Svårigheten att bestämma Barbegal-anläggningens (1:2:17) ändamål grundar sig främst på Saguys beräkning av dess effekt (ovan, kapitel 2:4). Om han har rätt, och ingen har hittills ifrågasatt hans beräkningar, skulle anläggningen ha kunnat försörja ca 80.000 människor med mjöl, en siffra som långt överstiger varje realistisk bedömning av invånareantalet i det närbelägna Arles. Med hänsyn till de uppenbara olägenheter som är förbundna med en längre sjötransport av malt mjöl torde tanken på export till Rom eller andra delar av riket vara uteslutna. Vi måste i stället räkna med en konsumtion i sydöstra Gallien, och i detta sammanhang föreslog redan Benoit att Barbegal-möllan skulle ha varit en "fabrique impériale plûtôt que municipale, comme nous savons qu'il en exista de nombreuses sous le Bas-Empire" och att den tjänat "à la fois au ravitaillement de l'armée, des services officiels de l'État et de la population de la ville".²⁷ Forbes tog fasta på detta och antydde ett samband med "the army of Narbonensis".²⁸ "Doch gab es ein solches nicht", påpekar Kiechle.²⁹ "Es werden eben vor allem die Städte an der unteren Rhone - Arles, Nîmes und Orange - gewesen sein, für welche das Korn zu Barbegal gemahlen wurde. Natürlich könnten die dortigen Mühlen auch für militärische Bedürfnisse gearbeitet haben. Wenn das ihre Hauptaufgabe gewesen wäre, hätte man sie aber sicherlich näher an der Militärgrenze errichtet; denn Korn war wesentlich einfacher zu transportieren als Mehl."

I diskussionerna har också indragits den förmenta vattenkvarnsanläggningen i Prêty (Pistriacum) nära Tournus (1:1:15, 1:2:18), men som jag redan påvisat saknar uppgifterna om denna all saklig grund. Beträffande Barbegal kvarstår dock åtminstone misstanken, att den på något sätt kan ha betjänat armén, men i dagens läge saknar vi möjlighet att säga någonting bestämt.

Det enda fall, där sambandet mellan vattenmöllor och den romerska armén kan sägas vara direkt troligt, är fynden vid Hadrianus' vall. Richmond uttalar sig för tanken i allmänhet,³⁰ medan Simpson mera konkret föreslår att Halt-whistle Burn-möllan (1:2:5) kan ha försett garnisonen i Aesica med mjöl och t.o.m. menar att identifikationen av anläggningen vid Chollerford Bridge (1:2:2) som en vattenmölla stöds av närheten till lägret i Chesters.³¹ Faktum är, att såväl dessa båda kvarnar som den eventuella vid Willowford (1:2:12) har byggts i så nära anslutning till militära anläggningar, att man svårigen kan frigöra sig från misstanken om ett direkt administrativt samband. Mest påfallande är detta i fråga om möllan vid Chesters, där själva kvarnhuset är inrymt i undervåningen till det vaktorn som avslutar vallen på norra stranden av floden Tyne.

Det vore i och för sig föga förvånande, om den romerska armén skulle ha tagit initiativet till dessa kvarnar. Spannmålsförsörjningen utgjorde hela tiden ett överhängande problem, som man från militär sida var angelägen att lösa på effektivaste sätt. I fredstid kunde soldaterna utan olägenhet ägna så lång tid som behövdes åt malning på de handkvarnar som ingick i deras utrustning. I händelse av oroligheter var det emellertid desto mera angeläget att malnings-proceduren effektiviserades, för att frigöra soldaternas tid till angelägnare värv. Fynden från de tyska *limes* (jfr. 1:2:16) ger en intressant bild av sådana försök. Här förekommer dels ett slags effektivare stationär handkvarn, dels en större mekaniserad kvarn som troligen drevs av djur.³² Vid Saalburg fanns ingen tillgång till rinnande vatten, men det vore bara i konsekvens med situationen där, om man vid andra fasta läger anlade vattenmøllor, så snart de naturliga förutsättningarna var förhållande. Curwen har uttalat sig för de romerska legionernas betydelse för spridandet av den roterande handkvarnen över stora delar av Medelhavs-världen och Västeuropa under århundradena före Kristi födelse.³³ Utifrån allmänna överbåganden har vi alla skäl att räkna med att de kan ha spelat en motsvarande roll vid spridningen av vattenmøllan under de närmast följande århundradena.

4:1:3 Vattenmøllor på landsbygden

Jag har redan pekat på de skäl som kan antas ha begränsat användningen av vattenmøllor i antikens städer (ovan, kapitel 4:1:1). På landsbygden var emellertid möjligheterna helt andra. Aar och mindre vattendrag kunde utan alltför stora arbetsinsatser förändras till att bättre passa för anläggandet av en vattenmølla. Skador på hjulet kunde undvikas, och man kunde försäkra sig om en jämn vattentillgång genom konstruerandet av fördämningar, dammluckor och kvarnrännor (ovan, kapitel 2:4:2-4). Förutsättningarna var således långt gynnsammare på landsbygden, och vi har goda skäl att tro att man faktiskt tog till vara de möjligheter som bjöds.

Trots vad jag tidigare sagt om det antika källmaterialets huvudsakliga inriktning på förhållandena i städerna, förefaller flera av våra tidigaste be-lägg för vattenmøllor faktiskt syfta på lantliga sådana. Kabeira-møllan (1:1:18), den äldsta vi känner i fall den verkligen byggts redan under Mithri-dates regering, torde visserligen ha legat i anslutning till staden Kabeira/Sebaste, men som framgår av Strabons text utgjorde den framför allt en del av det kungliga palatset. Vi har följaktligen sannolikt att göra med en mølla avsedd att betjäna ett, om än osedvanligt stort, i princip självförsörjande lantgods.³⁴ Denna tolkning får ytterligare stöd, om man studerar Strabons skildring i dess helhet. Det visar sig nämligen då, att han i samband med själva palatset nämner inte bara vattenmøllan utan också tre andra företeel-ser: djurparken, jaktmarkerna och gruvorna.³⁵ Här torde gruvorna och vatten-møllan vara att uppfatta som industriella anläggningar i palatsets närhet, sannolikt lika viktiga för dettas ekonomi som djurparken och jaktmarkerna för ägarens välbefinnande.

Till samma allmänna kategori har vi antagligen att hänföra också den mølla som beskrivs i Antipaters epigram (1:1:7).. Gow och Page påpekar att "where-as mills operated by draught-animals had long been familiar ..., A. speaks only of the female slaves and the hand-mill as now replaced by water-power - a possible indication that the epigram was written for a progressive friend who had installed this labour-saving device on his estate."³⁶ I samma rikt-nings uttalar sig Curwen, när han ser omnämnandet av just slavflickorna, hand-kvarnen och tupporna som tecken på att den avbildade møllan legat på landet snarare än i staden.³⁷ Mot denna uppfattning opponerar sig Moritz, men enligt min mening inte helt övertygande.³⁸

Mot denna bakgrund förefaller det i och för sig inte otänkbart att Trebatius Testas (1:1:5) synpunkter på *molitores* vid lantliga gods, härrörande från un-gefär samma tid, faktiskt skulle kunna syfta på møllare vid vattendrivna kvarnar. Jag har dock själv svårt att tro på en så vid spridning av vatten-

kvarnar över Italiens landsbygd redan vid denna tidpunkt, att de skulle motivera en juridisk kommentar av sådant slag. Helt annan är emellertid situationen hundra år senare, då en svårtydd passage hos Plinius (1:1:10) ganska allmänt uppfattats som syftande på just lantliga italiska vattenmøllor - också av författare som annars ställer sig påtagligt tvivlande till en mera omfattande spridning av vattendrivna kvarnar vid en så tidig tidpunkt.³⁹

Palladius (1:1:23) talar uttryckligen om lantgods, då han rekommenderar att avloppsvattnet från badanläggningar skall utnyttjas för drivande av vattenkvarnar. Atskilliga romerska lantvillor håller sig också med privata bad, men det förefaller tvivelaktigt huruvida de annat än i undantagsfall haft en så stor och jämn vattentillgång att man verkligen kunnat ta fasta på Palladius' ord.⁴⁰ Moritz antyder att så kan ha varit fallet i Woolaston (1:2:13), men faktum är att utgrävaren av villan där uttryckligen förklarar att den var beroende av brunnar för sin vattenförsörjning.⁴¹ Ett par kvarnstenar som kan misstänkas stamma från en vattenmølla hittades här i omedelbar närhet till en avloppsledning, men det finns ingenting som tyder på att denna skulle ha stått i förbindelse med badet.

Liknande kvarnstenar har påträffats vid romerska villor i Chedworth och Chew Park (1:2:1,3), men i övrigt är det påfallande att de många villor som grävts ut över hela det romerska riket tycks sakna sådana. I de fall man funnit kvarnstenar rör det sig i stället genomgående om fragment av handkvarnar.⁴² Nu måste emellertid påpekas, att slutsatser om silentio också i detta sammanhang kan misstänkas ge en felaktig bild av verkligheten. Som framgått av åtskilliga utgrävningar, är det tämligen vanligt att de olika "industriella" aktiviteter som måst äga rum vid ett självförsörjande lantgods alls icke placerats i direkt anslutning till villans bostadsdel utan i stället som fristående enheter på längre eller kortare avstånd från huvudbyggnaden. Hur många av dessa byggnades och uthus som faktiskt påträffas, står säkert ofta i direkt samband med hur långt från centralkomplexet man av ekonomiska eller andra skäl varit beredd att utsträcka utgrävningarna.

Det är här viktigt att göra klart för sig, att de synpunkter som varit avgörande för lokaliseringen av villans centrala bostadsdel på ett avgörande sätt kan ha skilt sig från dem som utgör förutsättningarna för en vattenmølla. Centralkomplexet placeras i allmänhet på slät mark, mer eller mindre centralt i förhållande till den odlingsbara jorden, medan vattenmøllan i regel måste rätta sig efter geografiska realiteter.⁴³ Det är ofta inte nog att vända sig till närmaste vattendrag; för större effektivitet söker man också finna ett verkligt fall eller annat lämpligt kvarnställe. Skulle møllan på så sätt komma att ligga ganska långt från huvudbyggnaderna, var detta knappast källa till allvarligare bekymmer för villans brukare - men för dagens arkeologer har det i allmänhet betytt att man inte haft någon större möjlighet att finna en eventuell mølla, då man inte direkt letat efter den. Ett förhållande mellan vattenmøllan och bostadskomplex av det slag jag här skisserat kan litterärt beläggas i fråga om tidiga klostermøllor (nedan, kapitel 4:1:4), men vi har vissa indicier för att situationen varit densamma redan tidigare.

För den händelse Utica-mosaiken (1:3:3) verkligen avbildar en vattenmølla, har vi där ett exempel på hur man vid en afrikansk villa använde sig av en sådan placerad vid ett närliggande vattendrag. Promona-inskriften (1:1:13) talar om en villa i nära sammanhang med de uttryck som ansetts syfta på en vattendriven kvarn, och här kan ett liknande samband misstänkas. Av de arkeologiska fynden bör också beaktas de från Ickham (1:2:6-7) och Venafrum (1:2:25). Ingenting talar direkt för att de tillhört ett större lantgods, men deras belägenhet gör åtminstone en sådan tydning tänkbar. Litterärt känner vi vattenmøllor vid senantika storgods från Frankrike i berättelserna om den helige Remigius (1:1:35) och om gothern Silarius (1:1:36).

Under den tidiga medeltiden möter vi förutom de kvarnar som uppförts i anslutning till självförsörjande storgods⁴⁴ också sådana som stod öppna för att använ-

das av besökande, liksom senare tiders tullkvarnar.⁴⁵ Detta har lett många till slutsatsen att sådana kvarnar skulle ha varit i kollektiv ägo, en uppfattning som övertygande tillbakavisats av Koehne.⁴⁶ Av detta slag skulle Ickham- och Venafrum-möllorna också kunna vara, liksom de arkeologiskt belagda möllorna i Palestina (1:2:30-43), men om detta låter sig naturligtvis ingenting säkert sägas.

4:1:4 Klostrens vattenmøllor

De tidiga klostrens försörjningssituation kan i grunden ses som ett specialfall av de lantliga storgodsens. Liksom de självförsörjande lantegendomar som inte baserade sig på religiösa funktioner var klostren i stor utsträckning hänvisade till att själva producera livets nödtröft – dock med den viktiga skillnaden, att de kyrkliga myndigheterna härvid allt mer tenderade att göra en dygd av nödvändigheten. Betydelsefulla är här formuleringarna i Benedictus' klosterregel, tillkommen troligen under 520- och 530-talen:

*Monasterium autem, si possit fieri, ita debet constitui, ut omnia necessaria, id est aqua, molendino, pistrino, orto vel artes diversas intra monasterium exerceantur, ut non sit necessitas monachis vagandi foris, quia omnino non expedit animabus eorum.*⁴⁷

Många av de tidiga eremiterna var beroende av handkvarnar för sitt livsuppehälle, men först när flera munkar slog sig samman till klosterliknande enheter, kunde det löna sig att etablera större vattenkrafts- eller djurdrivna kvarnar för att befria munkar och noviser från det tidsödande arbetet vid handkvarnarna.⁴⁸ Visserligen kan man få intrycket att den helige Orientius (1:1:26) anlade en vattenmølla åt sig själv som eremit i södra Frankrike, men då den omtalas i samband med byggandet av ett oratorium, måste vi nog uppfatta båda dessa arbeten som avsedda för de skaror som ofta brukade samlas kring heliga män i ödemarken. En sådan spontan samfundsbyggnad utgjorde begynnelsen för Benedictus' klosteranläggningar i Subiaco, och det samma torde vi här kunna räkna med beträffande Orientius.

Särskilt upplysande är berättelserna om den helige Romanus från mitten av 400-talet (1:1:29) och abboten Ursus i Loches ca 500 (1:1:36). Om den senare berättas att *dum ... fratres molam manu vertentes triticum ad victus necessaria conminuerent, pro labore fratrum visum est ei molinum in ipso Angeris fluvii alveo stabilire* (= "medan ... bröderna malde det för uppehållet nödvändiga vetet på handkvarnar, föreföll det honom med hänsyn till brödernas arbete lämpligt att anlägga en mølla i själva Indres flodbädd"). Hur møllan sedan kunde administreras, ser vi vid Romanus' kloster i Jura, där diakonen Sabinianus *strenue in vicino flumine sub ipso Condatenses coenobio molinas piscinasque fraternis usibus gubernabat* (= "flitigt skötte møllor och fiskdammar i den närbelägna floden under själva Condat-klostret för brödernas bruk"). Här framgår ganska klart, att møllan på det sätt jag tidigare föreslagit beträffande de romerska lantgodsen (ovan, kapitel 4:1:3) faktiskt legat ett stycke från själva klostret, och samma system möter i fortsättningen ofta vid den tidiga medeltidens kloster.⁴⁹

Symptomatiskt för utvecklingen är den heliga Cassianus' användande av vattenmøllan i en av sina *conlationes* (1:1:27) som utgångspunkt för en lång och detaljerad liknelse. Användningen kan ses som belägg för en allmän spridning av vattenmøllan vid 400-talets början, eftersom Cassianus för sin liknelse måste antas utnyttja något han kunde förutsätta att hans läsare kände till, men den kan också misstänkas avspegla hans egna erfarenheter efter ett liv i kloster i Palestina, Egypten och södra Frankrike. Hundra år senare utnyttjades liknelsen och utbroderades vidare i en predikan av den helige Caesarius av Arles,⁵⁰ något som är av så mycket större intresse som vi vet att Caesarius' skrifter studerats av Benedictus och på olika sätt påverkat hans klosterregel.⁵¹

I och för sig talar Benedictus inte uttryckligen om vattendrivna möllor, och det är ett faktum att också djurdrivna kvarnar ofta tycks ha förekommit i tidigmedeltida kloster,⁵² men det kan knappast betvivlas att hans regel kom att spela en viktig roll för vattenmöllans fortsatta spridning. Under början av 600-talet antogs regeln av de flesta kloster i Västerlandet,⁵³ och en tydlig bekräftelse får vi i skildringen av vattenmöllebygget vid klostret Fulda kring mitten av 700-talet, som både sakligt och språkligt visar uppenbar påverkan från Benedictus' egna ord.⁵⁴

4:2 JURIDISKA ASPEKTER

4:2:1 Vattenmöllan i romerska lagar och edikt

Vattenmöllan skiljer sig från andra samtida kvarnformer inte bara genom sin storlek och de kostbarare investeringar som är förknippade med den. Medan den djurdrivna kvarnen även vid större bagerier utgör en sluten enhet innanför anläggningens murar, påverkar vattenmöllan direkt sin yttre omgivning: segelbara vattendrag stängs för trafik, fördämningar lägger stora landområden under vatten, kvarnrännor begränsar vattentillgången för andra brukare, o.s.v. Problem av detta slag erbjuder obegränsade möjligheter till rättsliga konflikter, och det ligger nära till hands att vänta sig finna sådana avspeglade i antika lagtexter. En genomgång av materialet ger dock i detta avseende ett förvåansvärt magert resultat.

Det äldsta textställe i en romersk lag, som ansetts hänsyfta på vattendrivna kvarnar, är ett Ulpianus-citat i Digesta (1:1:5). I detta görs uttryckligen åtskillnad mellan *pistorem* å ena sidan och *molitores* å den andra vid beskrivningen av inventarierna i en lantvilla. Enligt allmänt vedertagen uppfattning skall en sådan yrkesdifferentiering inte ha förekommit före vattenmöllans införande, och som argument för förekomsten av vattenmöllor används just detta Digesta-ställe av flera författare. Det finns dock skäl att ställa sig skeptisk till denna tolkning. Även om Ulpianus själv var verksam vid en tidpunkt, då en allmän spridning av vattenmöllor på det romerska rikets landsbygd inte förefaller otänkbar (ca 210/220 e.Kr.), måste man hålla i minnet att hans uttalande uttryckligen presenteras som ett sammandrag av en text författad av Trebatius (Testa). Denne i sin tur var en yngre samtida till Cicero och tillhör följaktligen en period, då detta antagande förefaller åtskilligt svårare att acceptera. En allusion på vattenmöllor kan inte fullkomligt uteslutas, men jag är i detta fall mera benägen att uppfatta *molitores* som syftande på de personer som hade ansvaret för djurkvarnarna på godset i fråga.

När vi för första gången möter helt otvetydiga omnämnanden av vattenmöllor i en romersk förordning, är det i ett helt annat sammanhang än det man kunnat vänta: I Diocletianus' maximpriariff av år 301 (1:1:17). Här fastställs priset för en vattenmølla till 2000 denarer, mot 1500 för en hästkvarn, 1250 för en åsnekvarn och endast 250 för en handkvarn. Vad dessa priser egentligen åsyftar, kvarnstenarna ensamma eller hela møllan, framgår tyvärr inte klart, och problemet har diskuterats av både utgivare och andra. Slutgiltigt torde det inte kunna lösas utan en omfattande analys av ediktets innehåll, i synnerhet vad de relativa prislägena beträffar.

Stor osäkerhet råder också i fråga om vårt tidigaste exempel på en förordning angående rätten att utnyttja vatten till att driva kvarnar: en icke exakt

daterbar inskrift rörande byn Promona i Dalmatien (1:1:13). Goda skäl finns att uppfatta den som en sådan förordning, men texten är alltför fragmentarisk för att identifikationen skall kunna betraktas som helt säker.

I de fall romerska edikt i fortsättningen nämner vattenmøllor har vi aldrig att göra med förordningar med allmän giltighet utan uteslutande om särskilda ingripanden rörande kvarnarna i staden Rom.⁵⁵ Denna serie inleds av ett edikt utfärdat av kejsarna Honorius och Arcadius den 12 april 398 (1:1:22), som strängt förbjuder avledning för andra syften av vatten avsett för de statliga vattenmøllorna - med all säkerhet dem på Janiculum. Vilka syften det här kan vara fråga om, framgår inte av texten. Vissa författare menar att det skulle gälla vattenavledning för andra, privata møllor,⁵⁶ men det kan lika väl ha gällt bevattningsändamål eller industriella verksamheter som valkerier och dylikt. Forbes tycks mena att ediktet skulle rikta sig *mot* Janiculum-møllorna,⁵⁷ men sanningen är, som de flesta forskare tycks vara väl medvetna om, i stället den motsatta: Janiculum-møllornas ökande betydelse för Roms brödförsörjning tvingade fram kraftfulla åtgärder för att skydda deras energitillgång. Cassiodorus' berömmade ord om *illa numerositas molarum, quam specialiter contributam constat ad victum*,⁵⁸ liksom Prokopios' beskrivning av vad som hände då gotherna skar av Roms akvedukter år 537,⁵⁹ visar med all önskvärd tydlighet vilken betydelse Janiculum-anläggningen faktiskt hade för Roms livsmedelsförsörjning. När Theoderik i en skrivelse till Roms senat år 510/511 i stränga ordalag beklagar sig över att *commodi cura privati aquam formarum ... ad aquae molas exercendas vel hortos irrigandos fuisse derivatam*,⁶⁰ är det följaktligen inte rimligt att föreställa sig, att detta skulle vara riktat mot Janiculum-møllorna.⁶¹ Utan att dessa uttryckligen omtalas torde brevet snarare, liksom Honorius' och Arcadius' edikt, ha avsett att försäkra den statliga kvarnanläggningen på Janiculum om nödig vattentillförsel genom ett ingripande mot vattenavledning för *privat* bruk.

Den sista förordning som behandlar vattenmøllorna i staden Rom, Dynamius' edikt (1:1:32), troligen från ca 480 e.Kr., saknar helt intresse i detta sammanhang, då det på intet sätt berör frågor om vattenrätt eller om møllorna som sådana. Det behandlar uteslutande anklagelser mot møllarna för ohederlighet och diskuteras närmare nedan, kapitel 4:3:2.

Denna genomgång kan synas väl motivera Jones' uttalande om "the absence of any rules on water rights in the [Roman] law",⁶² men helt rättvisande är denna bild ändå inte. Utan att uttryckligen nämna vattenmøllor fastslår nämligen redan den romerska rätten de principer som skulle förbli grundläggande för vattenrättens utveckling i Västeuropa under hela medeltiden. I kejsar Justinianus' lagsamling konstateras följande:

*Fluminum publicorum communis est usus, sicuti viarum publicarum et litorum. In his igitur publice licet cuilibet aedificare et destruere, dum tamen hoc sine incommodo cuiusquam fiat.*⁶³

Att denna förordning åtminstone delvis syftar på uppförandet av vattenmøllor förefaller troligt, då få ingrepp i vattendragens funktion på ett så uppenbart sätt kan åstadkomma "olägenhet för någon". Det äldsta dokumenterade exemplet på sådana följder möter vi kring år 500 (1:1:36), då gothen Silarius genom anläggandet av en vattenmølla med fördämning i floden Indre nedanför en annan tillhörig klostret Loches, avsiktligt satte den senare ur bruk: *Cumque aqua retrorsum conversa, sub huius operis rotam inundans, gurgitem fecisset, restetit prorsus nec omnino verti potuit, ut consueverat* (= "Och då vattnet vände tillbaka, svämmade över under [klostermøllans] hjul och skapade en vattenvirvel, stannade detta helt och hållet och kunde överhuvudtaget inte snurra som det brukat."). Abboten Ursus löste i detta fall problemet genom två dygns oavbruten bön, men situationer av detta slag tvingade efter hand fram allt mera detaljerade föreskrifter om vattendragens nyttjande. I de germanska och keltiska folkkrätterna möter vi dessa frågor behandlade, såväl i allmänhet som mera direkt avseende møllorna och deras användning.⁶⁴

4:2:2 Vattenmöllan i icke-romersk lagstiftning

En närmare diskussion om de germanska lagarnas vittnesbörd är knappast på sin plats i detta sammanhang, då de samtliga faller utanför den uppställda tidsramen.⁶⁵ Den äldsta, Klodvigs version av *Pactus legis Salicae*, härrör visserligen redan från tiden 510/511 och kan misstänkas avspegla äldre rättsförhållanden, men med undantag för den redan berörda frågan om vattenrätten behandlar den, liksom den likaledes tidiga visigothiska lagen, frågor som bör diskuteras utifrån det samlade germanska lagmaterialet och inte med fördel låter sig lösryckas från detta.

Förekomsten av stadgar rörande vattenmøllor i de frankiska, visigothiska, alammanska, longobardiska och bajuvariska folkrätterna är knappast ägnad att förvåna, då dessa folk samtliga slog sig ned inom det romerska imperiets gränser, inom områden således där vattenmøllan kan antas ha varit sedan länge etablerad. Symptomatiskt är, att de utanför den gamla imperiegränsen bosatta thüringarna, sachsarna och frieserna helt saknar motsvarande stadgar,⁶⁶ även om vi vet att vattenmøllor började förekomma i Thüringen redan under förra hälften av 700-talet.⁶⁷

Med utgångspunkt från dessa förhållanden är det så mycket mera intressant att konstatera, att inga anglo-saxiska lagar nämner vattenmøllor före Edvard Bekännaren (1041-1066).⁶⁸ I England är förekomsten av vattenmøllor säkert konstaterad genom arkeologiska fynd redan i romersk tid, och fr.o.m. 700-talet genom litterära dokument,⁶⁹ varför lagarnas tystnad måste anses anmärkningsvärd.

Av de keltiska lagsamlingarna är de viktigaste i detta sammanhang de iriska som på många ställen, ofta mycket detaljerat, diskuterar vattenmøllan och problem förknippade med den. Störst intresse har ägnats *Senchus Mor* och *Book of Aicill*, vilka av flera författare anses vara att datera till 438/441 respektive 200-talet e.Kr.⁷⁰ Dessa dateringar, som går tillbaka på utgivarna av *Ancient Laws of Ireland* i slutet av 1800-talet, tillmäts dock numera föga tilltro, och vi torde snarare ha att räkna med en tillkomsttid på 700-talet, även om vissa partier med säkerhet är äldre.⁷¹ Om dessa, och i än högre grad de walesiska lagarna,⁷² gäller alltså att de liksom de germanska faller utanför tidsramen.

Situationen är densamma beträffande den tredje gruppen europeiska folkrätter, de slaviska. Den äldsta av dessa som behandlar vattenmøllor är den bulgariska agrarlagen, tillkommen under kanen Krum i början av 800-talet.⁷³

I Nordafrika känner vi inga andra lagsamlingar än de romerska före den arabiska erövringen, och inom det semitiska språkområdet är Talmud (1:1:14) ensamt av intresse i detta sammanhang.

4:3 M Ö L L A R Y R K E T S F R A M V Ä X T

4:3:1 Bakgrunden

Framväxten av en yrkesmässigt bedriven produktion av matbröd i det romerska riket speglas redan hos Plautus i början av det andra århundradet fr.Kr.⁷⁴ och i en till sin mening något oklar notis hos Plinius d.ä., som av vissa ansetts syfta på organiserandet av en yrkeskorporation för Roms bagare, *collegium pistorum*, vid tiden för kriget mot Perseus (ca 170 f.Kr.).⁷⁵ Våra kunskaper om organisationen och dess medlemmar är högst obetydliga vad den republikanska tiden anbelangar, men så mycket mera omfattande under den tidiga kejsartiden,

då bagarna, *pistores*, redan konkurrerat ut hembaket i en stor del av kejsarrikets städer.

Inte bara ordets etymologi, utan lika mycket litterära beskrivningar, antika avbildningar och framför allt friläggandet av romerska bagerianläggningar i Pompeii, Ostia, och andra städer, visar med all önskvärd tydlighet, att *pistores* inte bara var bagare i egentlig mening utan normalt ombesörjde också malandet av säden, på stora djurdrivna, timglasformade kvarnar.⁷⁶ Mot denna bakgrund är det föga förvånande, att möllarna (*molitores*, *molinari*, *molendinari*) som självständig yrkesgrupp allmänt antas ha utvecklats först som en följd av vattenmöllans genombrott och det därigenom av geografiska förhållanden framtvingade åtskiljandet av bagar- och möllarfunktionen: "Gegen Ende des 5. Jahrhunderts hatten sich die Wassermühlen zur Bereitung von Mehl in Italien allgemein eingeführt. Deshalb rennen die Bäcker sich von den Müllern, weil die einen in der Stadt, die andern aber ausserhalb am Wasser arbeiten mussten, während der Bäcker früher ... in seinen Arbeitsräumen mahlte."⁷⁷

Jag är i princip benägen att ansluta mig till denna uppfattning. Den torde åtminstone beskriva en del av sanningen, men ger en kanske väl förenklad bild av utvecklingen, då den i likhet med den förhärskande uppfattningen om vattenmöllans historia överhuvud knappast alls tar hänsyn till de skillnader, som måste ha rått mellan möllor i staden och på landsbygden. I tekniskt avseende torde vattenmöllaren i staden ha haft ett arbete som föga skilde sig från motsvarigheten på landet; utifrån sociala och ekonomiska synpunkter måste emellertid skillnaderna ha varit alltför betydande för att förbli obeaktade vid en studie av möllaryrkets uppkomst och utveckling. Jag behandlar följaktligen frågan om möllarna på samma sätt som jag redan ovan, kapitel 4:1, behandlat vattenmöllan själv: med utgångspunkt från den ekonomisk-sociala miljö där möllan/möllaren varit verksam.

4:3:2 Utvecklingen i städerna

Studiet av möllaryrkets uppkomst hämmas i ännu högre grad än det som rör vattenmöllan själv av den relativa bristen på latinsk litteratur från de andra och tredje århundradena e.Kr. De arkeologiska resterna är naturligtvis inte till någon hjälp i detta sammanhang, och inskriftmaterialets värde begränsas till följd av osäkra dateringar. En stadsromersk gravinskrift, som eventuellt är att hänföra till augusteisk tid (1:1:11), nämner ordet *molen*[. En suppler till *molen*[*dinum*] ("mölla") eller *molen*[*dinarius*] ("möllare") förefaller svårundviklig, men vi kan trots vad som sagts ovan inte utan vidare ta för givet att ordet syftar på en vattendriven kvarn.⁷⁸

Det första säkra exemplet på möllare i staden Rom utgör de *molendinari tam in Ianiculo quam per diversa* ("möllare såväl på Janiculum som på andra håll"), som nämns i Dynamius' edikt i slutet av 400-talet (1:1:32). Att det här handlar om möllare vid en vattenkvarn är, åtminstone vad dem på Janiculum beträffar, ställt utom varje tvivel. Ediktet är föranlett av anklagelser mot möllarna om bedrägeri: de misstänks för att undansnilla delar av den mald de emottagit till malning. Samma anklagelse skulle gång efter annan komma att riktas mot dera sentida yrkesbröder ända fram i modern tid - ofta säker med orätt, eftersom vikten av den malda säden med naturnödvändighet skiljer sig från den omaldas. Huruvida anklagelserna mot Janiculum-möllarna var berättigade eller ej, undandrar sig vårt bedömande, men under alla förhållanden ger oss ediktet en unik inblick i deras yttre arbetsformer.⁷⁹

Hur sent detta belägg än är, måste det ha funnits *molendinari* på Janiculum så länge möllorna där varit i funktion - kanske ända sedan slutet av 200-talet. Möjligen är det också en av dessa möllare som låtit begrava sig i Coemeterium Maius, bredvid målningen av ett överfallsdrevet vattenhjul (1:3:2).

Att självständiga yrkeskorporationer för möllarna förekommit i andra städer än Rom, visas av en inskrift från Günzburg i Bayern, där *molin[arii]* viger ett altare åt Neptunus (1:1:12). Uttrycket *molinarius* är unikt i klassiskt latin,

men bekräftas dels av ett medeltida glossarium,⁸⁰ dels av en grekisk gravskrift från 500-talet över en *μυλινάριος* i Korinth.⁸¹ Ett 600-talsglossarium nämner termerna *ἀλέτης*, *molendarius* och *molator*,⁸² men det är här inte möjligt att avgöra huruvida de syftar på möllare på landsbygden eller i en stad.

Så när som för 500-talsmöllaren Artemon i Korinth känner vi inte någon antik eller ens tidigmedeltida stadsmöllare till namnet, och än mindre äger vi sådana uppgifter om dem, som skulle kunna bidra till att fastställa deras sociala ställning. När de alls omnämnes, som i Rom och Günzburg, sker det kollektivt i form av deras korporation och på ett alltför allmänt sätt för att tillåta några slutsatser av detta slag. Det är påfallande, att de tidigare *pistores* innehade ett yrke av tämligen låg status: de icke så få sådana vi känner från århundradena kring Kristi födelse, såväl från Rom som från Pompeii och andra städer i imperiet, tycks nästan genomgående ha varit frigivna slavar eller friborna med låg social ställning. Att vissa av dem nått ekonomisk framgång, torde inte i sak ha ändrat detta förhållande. Ännu under andra hälften av 500-talet omnämns en slav som utövande bagaryrket,⁸³ och det förefaller vara en rimlig gissning att inte *molendinari*i åtnjutit en högre samhällsställning än sina tidigare yrkesbröder.

4:3:3 Utvecklingen på landsbygden

I sin entusiasm över vattenmöllans välsignelser tillhåller Antipater (1:1:7) kvarnpigorna att sova länge om morgonen. Men även om "Demeter har åt nymferna anbefallt händernas mödor", var antikens vattenmølla lika lite som medeltidens helt mekaniserad: någon måste ha skött kvarnen, men om denne säger Antipater i sin poetiska frihet ingenting. Här kompletteras hans beskrivning emellertid av den någorlunda samtidige Trebatius Testa (1:1:5), som torde ge en god bild av arbetsfördelningen på ett lantgods, där malningen mekaniserats så långt att kvarnpigorna faktiskt befriats från sina mödor vid handkvarnen - oavsett om detta skett genom vattenkraftsdrivna kvarnar eller kvarnar drivna av djur (jfr. ovan, kapitel 4:2:1). Det uttryckliga särskiljandet av *pistores* och *molitores* visar här på en anmärkningsvärt långt driven arbetsdifferentiering inom slavfamiljen på godset.

Om den fortsatta utvecklingen vid icke-kyrkliga möllor på landsbygden lämnar oss källmaterialet i total okunnighet fram till 500-talet, då de germanska folkrätterna på nytt tillåter en viss inblick i de sociala förhållandena. Detta material, liksom det i sammanhanget relevanta diplomatariska materialet, har studerats i synnerhet av Koehne, vars resultat i korthet kan sammanfattas som följer: Under 500- t.o.m. 800-talet möter vi framför allt ofria möllare, *servi molinari*i eller *custodes*, som ställs i motsats till kvarnens ägare, *cuius molinus est*. I undantagsfall förekommer dock fria eller halvfria möllare som också äger sin kvarn, i allmänhet då personer med latinska namn: "halb-freie Ueberreste der romanische Bevölkerung, welche sich Vermögensfähigkeit bewahrt haben".⁸⁴ Till den senare gruppen kan vi troligen hänföra den kvarn-ägare (*quidam homo habens molendinum*) som den helige Remigius träffade på (1:1:35), medan gothern Silaris som ville ha Loches-klostrets mølla i sin ägo (1:1:36) självfallet inte själv fungerat som möllare utan fastmera som den *cuius molinus est* och låtit sköta den genom någon av sina ofria underlydande.

Ett speciellt problem utgöres i detta sammanhang av skvaltkvarnarna, som enligt en spridd uppfattning ofta saknat en fast utövare av möllaryrket: "No special skill was required to operate such mills and thus there was no specialization in milling as an occupation. At times, mills were owned in common; more frequently they were owned privately, but used by others than the owner for a small toll. The door would stand open. The customer attended to his own grinding."⁸⁵ Uppfattningen tycks främst basera sig på förhållandena i nyare tid och försöken att frammana en liknande bild redan under tidig medeltid grundar sig på felaktiga förutsättningar. Tankarna om gemensam ägo av möllorna i de tidiggermanska rikena, som var mycket omhulad under föregående sekel,

visades redan av Koehne sakna grund,⁸⁶ och Ushers hänvisning till bristen på omnämmanden av möllare i de tidiggermanska lagarna saknar varje bevisvärde: "möllare nämnes långt senare t.ex. varken i de danska landskapslagarna eller i svealagarna, ehuru utförare av möllaregärningen måste ha funnits".⁸⁷

4:3:4 Möllare vid klostrens kvarnar

Den omfattande hagiografiska litteraturen ger oss möjlighet att åtminstone tentativt skissera möllarfunktionens successiva förändring vid de till tidigmedeltid kloster hörande vattenkvarnarna.

Iriska helgon från 600- och 700-talen beskrives ibland som personligen sysselsatta vid sina vattenmøllor, och även om det inte uttryckligen påpekas får man intrycket att detsamma gällt också den helige Orientius i sydvästra Frankrike kring år 400 (1:1:26). Efter hand som ett fastare organiserat klosterväsen växte fram i Västeuropa tycks emellertid möllarfunktionen ha institutionaliserats och anförtratts åt en särskilt utvald broder.⁸⁸ Det äldsta exempel vi känner på en innehavare av denna syssla är diakonen Sabinianus i Condat-klostret omkring år 450, som *in vicino flumine ... molinas piscinasque fraternis usibus gubernabat* ("skötte møllor och fiskdammar i den närbelägna floden för brödernas bruk").⁸⁹ Femtio år senare möter vi en *custus [molini]* ("kvarnvakt") i ett kloster vid Indre (1:1:36); vi känner visserligen inte hans namn, men hans ställning är klart definierad då han uttryckligen beskrives som *unus fratrum* ("en av bröderna") och *monachus* ("munk"). Hur fast etablerat detta system nu blivit, bekräftas av ett tredje exempel: Agibodus vid Bobbio-klostret (ca 620), som också han beskrives dels som *custos molini*, dels som *monachus*.⁹⁰

Det skulle dock inte dröja länge, innan de stora klostrens hastigt växande jordinnehav tvingade fram en långt större och mera byråkratiserad administration. Klostren ägde nu ofta inte en mølla, utan tio- eller hundratals. Redan i början av 500-talet känner vi en person som *molinas aeclesiasticas studeret* ("var sysselsatt med kyrkliga møllor").⁹¹ Att "auch in den ausgedehnten kirchlichen Besitzungen zur Merowingerzeit die Mühlen einen besonderen Verwaltungszweig bilden", och att den här aktuella personen varit verksam just som något slags uppsyningsman över kyrkliga møllor, hävdas med rätta av Koehne.⁹²

Slutpunkten för denna utveckling möter vi i de s.k. "Adalhards statuter", en år 822 upprättad förordning som reglerar den ekonomiska förvaltningen av de under Corbie-kloster lydande jordagods. Här organiseras också kvarnarna i ett särskilt *ministerium* med egen uppsyningsman, om vars ställning - munk eller inte - vi inte får någon klar uppfattning.⁹³

4:3:5 Kvarnbyggare

"De komplicerade kvarnverken uppfördes i allra största utsträckning av s.k. kvarnbyggare, ett förhållande som kan exemplifieras allt sedan medeltiden. Ofta hade kvarnbyggarna även yrke som timmermän överhuvud eller mjölnare och kvarnägare. Enstaka exempel finns dock på att vanliga bönder helt och hållet byggt hjulkvarnar".⁹⁴

Eks framställning gäller en senare tid, men redan under senantik och tidigaste medeltid kan liknande förhållanden litterärt beläggas. Den förste kvarnbyggare som möter i det bevarade källmaterialet är den *saer muilinn* som skall ha byggt en vattenmølla åt den iriske överkonungen Cormac i slutet av 200-talet (1:1:16). Osäkerheten om historiens autenticitet gör det dock motiverat att inte fästa alltför stort avseende vid uppgiften, och detsamma gäller Benoits förslag att se Barbegal-anläggningens konstruktör i ingenjören Q. Canidius Benignus, som i inskriften på sin sarkofag bl.a. beskrives som *organa qui nosset facere aquarum aut ducere cursum*.⁹⁵ Icke desto mindre är Barbegal här av stort intresse i så måtto att en anläggning av denna storleksordning självfallet inte kan antas ha konstruerats spontant av lokala byggmästare, utan i stället måste vara resultatet av en etablerad ingenjörstradition, till vilken jag också vill hänföra møllorna på Janiculum. "Such experts were probably

transferred from one big installation to another, thus maintaining a certain unity of design, regardless of whether the prototype was in Rome, Barbegal, or somewhere else."⁹⁶

Det äldsta exempel vi känner på en person, som oomtvistligen hade kvarnbyggnaden till yrke, är den *μαννανάρειος ὕδραλέτα* vid namn Euchromeios som nämns på en gravinskrift från Sardes under 300- eller 400-talet (1:1:24). Det är viktigt att konstatera, att vi här inte har att göra med en timmerman, smed, e.dyl. som bland andra sysslor också byggde möllor - så som icke sällan varit fallet i senare tid - utan med en specialiserad yrkesman, uteslutande eller åtminstone huvudsakligen verksam som kvarnbyggare.

Uttryckliga belegg för tidig förekomst av kvarnbyggare möter vi annars främst på Irland, där efterföljarna till Cormacs *saer mulinn* regelmässigt tycks ha utnyttjats av de tidigkristna helgonen vid deras kvarnbyggen.⁹⁷ Undantag finns dock - mest känt är den helige Moling (död 697), "who spent eight years in building with his own hands a watermill at Carlow".⁹⁸

Samma intryck får vi beträffande de franska helgonen Orientius (1:1:26) och Ursus (1:1:36), även om det i deras fall inte uttryckligen påpekas att de byggt sina möllor med egna händer eller åtminstone lett arbetet själva. Föreligger det alltså en viss osäkerhet här, kan man å andra sidan peka på två andra fall, där personer som av allt att döma inte haft kvarnbyggandet som egentlig profession ändå varit i stånd att lära ut konsten till folk som helt saknat kunskaper i ämnet: den helleniserade persern Metrodoros i Indien (1:1:18) och en till namnet okänd man i Thüringen.⁹⁹ Den senare tycks åtminstone ha varit timmerman, vilket kan förklara hans kunskaper, medan filosofen Metrodoros rimligen måste ha ägt någon form av utbildning som ingenjör/arkitekt, eftersom han uppges ha kunnat bygga inte bara vattenkvarnar utan också badanläggningar.

Av allt att döma torde dock redan vid denna tid utnyttjandet av yrkeskunniga kvarnbyggare ha varit regel vid konstruktionen av nya vattenmöllor. Däremot har möllarna själva förväntats kunna sköta lättare reparationer och underhållsarbeten utan att anlita hjälp av utomstående. Redan i det under karolingisk tid författade vitat över den helige Austregisilus av Bourges (död 624) beskrives hur möllaren Monulfus själv mönsterhögg kvarnstenarna,¹⁰⁰ och i Adalhard's statuter av år 822 ålades möllarna uttryckligen att *seclusam emendare* ("reparera dammen").¹⁰¹

Det ligger i sakens natur, att hjulkvarnen med sin komplicerade kugghjulskonstruktion ställde helt andra krav på kvarnbyggaren än den konstruktivt mycket enklare skvaltän. Härav följer emellertid ingalunda, att den senare regelmässigt skulle ha byggts av andra än yrkesutbildade kvarnbyggare.¹⁰² "Man har utgått från att skvaltän var av så enkel konstruktion att den kunde byggas av envar. Detta är dock en kraftig förenkling som blir än mer överdriven om den skall gälla för typens första spridningsstadium. I själva verket fordrade den enkla skvaltän: tillgång till lämpliga stenar och, om man själv förfärdigade dem, en viss stenmästarskicklighet för uthuggning, perforering och tillpassning för seglet; en viss timmerskicklighet att tillverka kallen och skovlarna till denna; en viss smidesskicklighet för att tillverka järnet och seglet till detta och helst en viss erfarenhet att bedöma den rätta vinkeln mellan vattenstråle och skovlar. Hjulkvarnar och våderkvarnar har så gott som undantagslöst byggts av särskilda kvarnbyggare och således spritts genom dessa. Det förefaller troligt att detsamma gällde för skvaltän i all synnerhet i dess tidigaste spridningsstadier."¹⁰³

KAPITEL 4. NOTER

- 1 Wikander 1979, 14-15.
- 2 Se t.ex. Bloch 552: "Il est frappant que, parmi les premiers moulins mentionnés par les textes, beaucoup - à Rome dès le milieu du IV^e siècle, à Dijon et Genève au VI^e - aient été destinés à l'approvisionnement de populations urbaines."
- 3 Suet. *Calig.* 39,1: "från staden lät han hämta alla inventarierna i det gamla palatset, och han beslagtog för transporten [till Gallien] t.o.m. hyrvagnarna och bageriernas dragdjur i den utsträckningen att brödet ofta tog slut i Rom".
- 4 Se t.ex. Bloch 545 och Forbes II 94. Jfr. emellertid Blümner 48; Moritz 135; och mina egna kommentarer, Wikander 1979, 13-14.
- 5 Den stadsromerska inskriften CIL VI 39233 (1:1:11) är naturligtvis av intresse i detta sammanhang, men då dels dateringen till augusteisk tid är helt hypotetisk, dels texten inte med säkerhet kan anses syfta på en vattendriven kvarn, utgör den i sig inget bevis.
- 6 Frontinus, *De aquae ductu urbis Romae*. Avsaknaden av uppgifter om vattenmøllor är av intresse, då Frontinus faktiskt påpekar, huruvida de olika akvedukternas vatten utnyttjades för bevattning av trädgårdar o.dyl.
- 7 Cassiodorus, *Variae* III 31,2 (510/511 e.Kr.). Se nedan, kapitel 4:2:1.
- 8 För existensen av ytterligare vattenmøllor i Rom talar dock Dynamius' edikt (1:1:32), som nämner møllare *tam in Ianiculo quam per diversa* (= "såväl på Janiculum som på andra håll").
- 9 Wikander 1979, 21, 23-24. Jfr. ovan, kapitel 3:2.
- 10 Se Tengström, *passim*.
- 11 Wikander 1979, 25-27.
- 12 Wikander 1979, 32-34.
- 13 Wikander 1979, 20-21.
- 14 Se sammanfattningen i Jones II 701, III 219 (n.32). Jfr. ovan, kapitel 3:3:3.
- 15 Om Chemtou/Simithu och dess *fabrica*, se A. Ennabli, i PE 841, s.v. *Simithu*, samt de korta grävningsrapporterna i Archäologischer Anzeiger 1972-1979 (under rubriken "Jahresbericht des Deutschen Archäologischen Instituts").
- 16 Kiechle 123-124.
- 17 Wikander 1979, 23. Typisk är Curwens kommentar om hjulkvarnen: "from the end of the 4th century onwards it became the standard mill of the urban civilization of the later Empire" (Curwen 132).
- 18 CG-CI I:1, 86-90 no.41.
- 19 En intressant parallell utgöres annars av de valkerier o.dyl. som växte upp kring en annan port i den senantika stadsmuren, på Ilissos-området nedanför Olympieion.
- 20 Thompson-Wycherley 211-213. Det är intressant att konstatera att man just utanför universitetsbyggnaderna, mellan dessa och den mellersta vattenmøllan, också påträffat olivpressar (Ibid. 214).
- 21 Det är symptomatiskt, att Barbegal-møllorna övergavs senast ett stycke in på 400-talet, då det successiva försvagandet av gränsförsvaret längs Rhen gjorde att varken akveduktens eller själva anläggningens säkerhet kunde garanteras. Jfr. Benoit 67.
- 22 Wikander 1979, 32, 34.
- 23 Bennett-Elton II 63-66.
- 24 Marius Aventicensis, *Chronica*, s.a. 563 (= MGH Auct.Ant. XI 237); Gregorius av Tours, *Hist.Franc.* III 19. I båda fallen rör det sig om møllor i anslutning till en bro, en belägenhet som ingalunda bevisar, men väl implicerar, att det kan ha rört sig om skeppsmøllor. Jfr. Wikander 1979, 32 med n.120.

- 25 Rom dock undantaget. Se Wikander 1979, 33-34.
- 26 Hodgen 270.
- 27 Benoit 71.
- 28 Forbes II 92; jfr. *ibid.* 96.
- 29 Kiechle 126 (som felaktigt hänvisar till Forbes II 95).
- 30 Richmond 1963, 171.
- 31 Simpson-Wilson 43, 46.
- 32 Jacobi 85-95. Jacobi uppfattade också den större kvarnen som en apparat driven av människor, men Moritz 125-127 har lämnat övertygande argument för att vi i stället har att göra med en djurdriven kvarn.
- 33 Curwen 130.
- 34 En slående parallell utgör här konung Cormacs palats i Tara, tre hundra år senare (1:1:16).
- 35 Det faktum att man i allmänhet läst Strabon-citatet om vattenmöllan lösräckt, utan att besvära sig om att studera dess sammanhang, har härvid lett till en överdriven uppfattning om dess betydelse. Man har betonat att "mention of the mill in this connection among the treasured possessions of the king, seems to indicate its being esteemed a very special property - something of considerable interest, and no doubt great rarity" (Bennett-Elton II 7-8), att möllan var "a possession which must have been well-nigh unique to have been thus singled out for special mention" (Curwen 134), att Strabon framhåller möllan "als fast ebenso wichtig wie der Palast selbst" (Kiechle 118), o.s.v.
- 36 Gow-Page II 84.
- 37 Curwen 135. Jfr. Kiechle 120.
- 38 Moritz 133: "but the maids make a much better contrast to the water-nymphs than would a donkey or a horse, and the crowing of the cock is surely no more than a poetic description of early morning and one of the the most commonplace at that." Jfr. *ibid.* 97, 220.
- 39 Se t.ex. Bennett-Elton II 4, 8-9; Bloch 539; Curwen 135; Forbes II 87; Moritz 135-136; Kiechle 120.
- 40 Som exempel på sådana kan dock nämnas de lantgods utanför Konstantinopel (1:1:33), som olagligen avledde vatten från akvedukterna för *vel praedium vel balneum vel aquae mola vel hortus* (= "lantgods eller bad eller vattenmölla eller trädgård").
- 41 Moritz 139, n.2; Garrett 112.
- 42 För Englands del lämnar de årliga rapporterna i tidskriften *Britannia* talande belegg. Som exempel på förhållandena i en helt annan del av riket kan nämnas Thomas, som förtecknar fynd av handkvarnar i flera olika villor i Pannonien, men inga som helst spår av vattenkvarnar. Det bör dock påpekas att närvaron av handkvarnar i sig inte är att uppfatta som evidens mot existensen av vattendrivna kvarnar på samma plats. Handkvarnar har bevisligen påträffats i samband med antika vattenmöllor (t.ex. Haltwhistle Burn, 1:2:5), och samma förhållande möter vi sedan medeltiden igenom. Det skulle ha inneburit alltför stora risker att vara helt utan reservkvarnar, för den händelse kvarnverket blev skadat, vattnet sinade eller frös till is.
- 43 Vid Wherwell (1:2:11) påträffades dock kvarnrännan "close to the Roman villa ... at the bottom of the valley of the River Anton" ([Anonymus 1965], 261). Beträffande den ovan diskuterade villan vid Woolaston kan det vara värt att påpeka, att en å flyter förbi i en ravin ett kort stycke från huvudbyggnaden. De båda kvarnstenarna som använts för golvbeläggning kan mycket väl ha hämtats från en mölla vid detta vattendrag.
- 44 Jfr. Koehne 18.
- 45 Koehne 1913, 35. Curwen 143 menar att detta skulle tyda på att vi har att göra med skvaltor.
- 46 Koehne 18-31. Jfr. Koehne 1913, 35, och Bloch 552. Om de bulgariska möllorna som kollektiv egendom, se Sakāzov 42.
- 47 Benedictus av Nursia, *Regula monachorum* 66: "Men klostret bör om möjligt anläggas så, att allt nödvändigt, d.v.s. vatten, kvarn, bageri, trädgård

- och olika hantverk kan utövas inom klostret, så att det inte skall bli nödvändigt för munkarna att gå ut, eftersom det alls icke är nyttigt för deras själar."
- 48 Särskilt upplysande är här skildringarna i ett antal iriska helgonlegender; se t.ex. Stokes 1890, 173, 187, 267. Dessa förhållanden, liksom bakgrunden i stort för de mekaniserade kvarnarnas genombrott, hoppas jag kunna diskutera närmare i en artikel i ett kommande nummer av *Opuscula Romana*.
- 49 Jfr. t.ex. situationen vid Bobbio: *Vita Columbani* II 2 (MGH Scr.rer.Mer.IV, p.115).
- 50 Caes.Arel. *Sermones* VII 4, p.45. Detta samband påtalas också av Marōti 269.
- 51 Schuster 110, 157, 271, 278. Jfr. Marōti 277-278.
- 52 Koehne 10.
- 53 Schuster 275-277.
- 54 *Vita Sturmi* 20 (MGH SS II, p.375): *cogitans, qualiter adimpleri potuisset quod sancta regula praefatur, ut artes diversae intra monasterium continerentur, ne forte propter aliquam necessitatem foris vagandi fratribus opus fieret ...* (= "då han [d.v.s. den helige Sturmi] begrundade, hur det skulle kunna uppfyllas som den heliga regeln föreskriver, att olika hantverk skulle förefinnas inom klostret, för att det inte skulle råka bli nödvändigt för bröderna att gå ut till följd av omständigheternas tvång ..."). Om klostrens betydelse för spridningen i allmänhet, se t.ex. Koehne 10, 19, och Forbes II 106.
- 55 Samt i ett fall (1:1:33) troligen Konstantinopel.
- 56 Kiechle 124.
- 57 Forbes II 94.
- 58 Cassiodorus *Variae* IX 39,2: "denna mängd av möllor, som ju alldeles särskilt är avsedda för livsuppehållet".
- 59 Prokopios V 19,19p27.
- 60 Cassiodorus *Variae* III 31,2: "att vattenledningarnas vatten för privata intressens skull blivit avlett till att driva vattenkvarnar eller bevattna trädgårdar."
- 61 Så uppfattas saken likväl av Koehne 13 n.31, samt möjligen av Forbes II 95 och Kiechle 127.
- 62 Jones II 1047-1048.
- 63 *Digesta* XXXIX 2,24: "Utnyttjandet av icke privata floder är allmänt, liksom av icke privata vägar och stränder. På dessa är det alltså tillåtet för vem som helst att bygga och riva ned, då länge detta dock sker utan o-lägenhet för någon."
- 64 Om de germanska förordningarna, se i synnerhet Koehne 31-33; om de keltiska (iriska), se Joyce 335-338, 343-345.
- 65 Franker: *Pactus legis Salicae*, *Recensio Chlodovea* 507/511, *Recensio Theoderica* 511/533, *Recensio Guntchramma* 567/593 (593/596?); *Lex Salica*, *Recensio Pippina* 763/764, *Emendata* 798?; *Lex Salica Karolina* 802/803 (MGH Leges I:IV:1, p.XL).
- Västgothor: *Lex Visigothorum*, *Recc.Erv.*, "Antiqua" före 586 (MGH Leges I:I, p.XII).
- Lombogarder: *Edictus Rothari* 643 (MGH Leges IV, p.X).
- Alamanner: *Pactus Alamannorum* början av 600-talet; *Lex Alamannorum* 717/719 (MGH Leges I:V:1, pp.5-9).
- Bajuvarer: *Lex Baiuvariorum* 725/728 eller efter 744 (MGH Leges I:V:2, pp.179-181).
- 66 Koehne 8-9.
- 67 *Vita Leobae* 12 (MGH SS XV:1, p.127). Jfr. *Vita Haimhrammi* 37 (MGH Scr.rer. Mer. IV, pp.512-513).
- 68 Bennett-Elton II 98-99.
- 69 Beträffande de arkeologiska beläggen, se ovan kapitel 3:2 och 3:3:1. För de litterära dokumenten fr.o.m. år 762, se Bennett-Elton II 96-98.
- 70 Se i synnerhet Usher 166, 178-179.
- 71 Se Curwen 139, som baserar sina uppgifter på Prof. D.A. Binchy, den ansvarige för nyttgåvan av de iriska lagarna.

- 72 Bennett-Elton II 94-96.
 73 Sakâzov 42.
 74 Se t.ex. Plautus, *Captivi* 807-808, *Epidicus* 121. Om "Mills and millers in Plautus' comedies" handlar det tionde kapitlet i Moritz' bok (pp.67-73).
 75 Plinius, *Naturalis historia* 28,107.
 76 Se framför allt Moritz 67-96.
 77 Feldhaus 1931, 223. Jfr. Blümner 49; Koehne 6, 40 n.8; Feldhaus 1914 1301; Bloch 542; Forbes II 94-95; Moritz 35-71; Jones III 217; Kiechle 122. För liknande tankar i en betydligt senare period, se Hodgen 262.
 78 I detta sammanhang bör också nämnas en annan stadsromersk inskrift, CIL VI 25313: *Duo Quinti v[...] Quinti fili mol[...] Postumia Sp.f. Ti[...] mater eor[um]*. Också här är en supplerings *mol[endarii]* eller dylikt möjlig, men tydningssmöjligheterna är i detta fall så många, att jag inte funnit det befogat ta upp texten bland de litterära evidensen i kapitel 1:1.
 79 Ediktet ger oss bl.a. den tidigaste uppgiften om priset för möllarnas arbete, som här fastställs till 3 sestertier per *modius* (8.75 liter). En motsvarande kontant betalning antyds av myntfynden i Barbegal- och Agora-möllorna (1:2:17,27).
 80 CGL III 505,33: *ydrauleutes molinarius*.
 81 CG-CI I:1, 86-90 no.41.
 82 CGL II 224,50.
 83 Gregorius, *Epistolae* IX 200. Om *pistores* och deras ställning i allmänhet, se A. Hug, i RE XX (1950) 1825-1826, s.v. *pistor*.
 84 Koehne 39-46; citatet från p.41.
 85 Usher 168. I det närmaste identiska uttalanden står att finna hos Bennett-Elton II 20 och Curwen 143.
 86 Koehne 18-31.
 87 Ek 65.
 88 Jfr. Gregorius' av Tours (1:1:36) kommentar beträffande abboten Ursus: *Hoc operi laborem monachorum relevans atque uni fratrum delegans, opus necessarium implebatur* (= "Med denna insats [d.v.s. byggandet av en vattenmølla] lindrade han munkarnas arbete och överlämnade det till en av bröderna, och sålunda fullgjordes det nödvändiga arbetet").
 89 Ovan, kapitel 1:1:29. Samma uttryck (*molinas gubernabat/gubernavit*) används av Gregorius av Tours (*Hist.Franc.*VII 14) om fadern till tronpretendenten Gundowald och i *Vita Columbani* II 25 om munken Agibodus.
 90 *Vita Columbani* II 2 resp. II 25 (MGH Scr.rer.Mer. IV, pp.115 resp. 150).
 91 Gregorius Turonensis, *Hist.Franc.*VII 25. Jfr. ovan, kapitel 3 n.95.
 92 Koehne 44. Jfr. ovan, kapitel 3:3:1.
 93 Koehne 44-46.
 94 Ek 11-12.
 95 CIL XII 722: "Han som kunde bygga vattenorglar och dra vattenledningar". Sarkofagen påträffades ca 1725/1730 i utkanten av Arles; se Benoit 72-74. Forbes II 92 invänder dock att "this suggestion can not ... be substantiated by any further proof"; jfr. Sagui 229.
 96 Wikander 1979, 20-21; citatet från p.21. Om Barbegal, se Benoit 79-80: "Une telle installation n'était point une tentative isolée: l'ampleur de cette usine, la distribution du courant dans seize ateliers, l'adaptation du mécanisme aux niveaux différents du terrain montrent bien au contraire que cette construction est la résultante d'une savante théorie et de multiples applications. L'ingénieur qui la conçut avait derrière lui la tradition d'une longue expérience."
 97 Se t.ex. Stokes 1890, 175 (Columba, död 597), och 283 (Feichin, död 665/668 och Mochua).
 98 Bennett-Elton II 88.
 99 *Vita Haimhranni episcopi* 37 (MGH Scr.rer.Mer. IV, p.513).
 100 *Vita Austrigisili episcopi Biturigi* (MGH Scr.rer.Mer. IV, p.198): *Quidam molendinarius eo tempore nomine Monulfus, die dominico temerario spiritu volens ... molam emendare, accepto ancipite ferro, quod vulgo Scotam vocant, coepit terere molam* (= "På den tiden hände det sig att en møllare

vid namn Monulfus, som i sitt oförstånd ville bättra på kvarnstenen på söndagen, grep den tveeggade yxan, som allmänt kallas "Scota" [=skotsk?] och började bearbeta stenen").

101 Adalhard av Corbie, *Breve* I 7 (citerat efter Koehne 30 n.61). Jfr. de dammbyggen som leddes av diakonen Sabinianus (1:1:29) och abboten Ursus (1:1:36).

102 Att så skulle ha varit fallet hävdas exempelvis av Usher 167-168.

103 Ek 64.

ENGLISH SUMMARY

While studying the history of the water-mill during Antiquity and the early Middle Ages, I have become more and more aware to what a great extent the information found in handbooks and specialized literature is based on loose assumptions and guesswork. For the last five years, I have been working on a publication of all relevant source material, literary as well as archaeological, up to the time of Charlemagne. It is my hope that such a gathering of material will produce a factually more credible analysis of the origin and early development of the water-mill - not only of its diffusion in and outside the Mediterranean world, but also of the other aspects which are relevant in this context: technical, economic, social, legal, etc.

To achieve this goal, I work in three stages. In the first, I study certain issues which I consider essential but which are too detailed or peripheral to be presented advantageously with other material. One such investigation has already been published (Wikander 1979), another is in press (Wikander 1980), and at least one more such article is planned.

As there is still much work to be done before the final compilation (in English) of my study can be completed for publication, I find it well motivated to give a limited account here of the results of my work up to this point. The fact that this book is written in Swedish is due in part to a desire to have an overview of the water-mill's older history appear in my mother tongue also - the interest arising lately in techno-historical issues in general and energy questions in particular ought to be sufficient motivation.

In this book, I take up the majority of the more essential issues which I intend to treat in the forthcoming, more definitive work. This first version is "limited" in more than one aspect, but primarily in the sense that I have dealt with Antiquity in its stricter sense, that is, up to 500 A.D. Accordingly, my goal for the catalogue is to present all source material which dates from or treats a time prior to this date. This does not mean that I renounce the possibility to refer to later material when it seems justified in order to better illuminate the issues I have chosen to deal with.

1 SOURCES AND LITERATURE

1:1 Literary sources

Of the thirty-seven literary sources referred to here which have been considered by myself or previous scholars to refer to water-mills during the relevant period, I have found six which can be eliminated completely (1:1:1,2,4,9,15,28). Twelve more examples are dubious and may be accepted only with

reservation (1:1:3,5,11,13,16,18,20,26,30,31,34,35), while the remaining nineteen may be considered reliable evidence for the existence of water-mills during the time in question.

1:2 Archaeological finds

Of the forty-four archaeological finds referred to here which have been considered by myself or previous scholars to refer to water-mills during the relevant period, I have found three which can be eliminated completely (1:2:14,18,29). Seventeen more examples may be accepted only with reservation (1:2:1,3,4,8-10,12,13,15,16,19,20,24,28,30,31,42), while the remaining twenty-four may be considered reliable evidence for the existence of water-mills during the time in question.

1:3 Ancient representations

Of the five ancient representations referred to here which have been considered by myself or previous scholar to refer to water-mills during the relevant period, I have found one which can be eliminated completely (1:3:1). Three more examples may be accepted only with reservation (1:3:3-5), while the one remaining may be considered reliable evidence for the existence of water-mills during the time in question.

1:4 Review of modern research

Literature concerning the history of the water-mill during Antiquity makes for the most part depressing reading. Incorrect facts, unfounded statements, defective argumentation and erroneous conclusions appear so often that only with great difficulty and the utmost of attention can the reader penetrate the maze. A certain improvement has occurred however in the last few decades. Works like those of Moritz (1958), Kiechle (1969), Maróti (1975) and Landels (1978) are symptomatic of a slow recovery. But old misconceptions still live on, and particularly in more general techno-historical overviews, they reign unbridled with but few exceptions.

2 THE APPEARANCE AND TYPOLOGY OF THE WATER-MILLS

2:1 Ancient terminology

The oldest known word for the water-mill as a whole is ὕδραλέτης which was used by Strabon (1:1:8) and probably by Vitruvius also (1:1:6; emendation of the manuscripts *hydraulae*). The expression appears in several places during the period in question (1:1:17,24,30,31) as well as in certain Graeco-Latin glossaries known in manuscripts from the VIIth and IXth centuries. The word ὕδρῳλος is first found in Hesychios (1:1:31), but becomes the usual one in Byzantine Greek.

Concerning Latin terms, the word *mola* appears already during the period of the Roman Empire (1:1:13,22,25) and occurs on occasion even during the later Middle Ages. It is more common, however, to see the word together with a modifier such as *aquae mola* (1:1:33) or *aquaria mola* (1:1:23). The combined forms *aquimola*, *aquimollia*, *aquimolum*, *aquimolus*, usual during the later Middle Ages, do not appear prior to the IXth century. Most common since the VIth century are *molina*, *molinum*, *molinus* and *molendinum*.

Prior to the VIth century, terms for the different parts of a water-mill are known almost exclusively from Vitruvius (1:1:6; Latin) and Antipater (1:1:7; Greek).

2:2 Typology

Typologically speaking, there is no great difference between the mills described in the ancient sources and those in use right up to our own century. The basic typological varieties existed fully developed before the end of Antiquity; they have continued to exist with amazingly small alterations through the Middle Ages and modern times. Thus, it is not a question of successively improved variations which replaced each other, but rather of functionally equal types which have existed parallel to each other the whole time, as they each possessed some specific qualities making them superior to their rivals.

Of mill types with vertical wheels, the undershot mill is unquestionably mentioned in early Augustean times by Vitruvius (1:1:6). Archaeological examples have been found at Chesters (1:2:2) and Haltwhistle Burn (1:2:5), both probably from the IIIrd century; further, probably at Willowford (1:2:12) and the undated establishments at Saepinum (1:2:23) and Venafrum (1:2:25). Probable examples from the Vth century are mentioned in the *Vita S. Remigii* (1:1:35), and depicted on a mosaic in Constantinople (1:3:4).

Certain authors have been of the opinion that the overshot mill did not appear at all in Antiquity, but the material presented here gives a completely different picture. The type can be identified with certainty already around the time of the birth of Christ in Antipater's epigram (1:1:7). Archaeologically speaking, we know of several examples going back to the IIIrd century or at least to the following one: the Barbegal establishment (1:2:17), and in Rome both the mill under the Baths of Caracalla (1:2:21) and the painting in the catacombs of Coemeterium Maius (1:3:2). Further, in all probability the Janiculum mills (1:1:37) belong here too, even if the archaeological finds are of no help in this case. From the Vth century there is a probable example in the *Vita S. Romani* (1:1:29) and a certain one on the Agora of Athens (1:2:27).

Many scholars claim with conviction that the horizontal-wheeled mill was the dominant mill type in older times, but a survey of the source material shows scant evidence of this. Apart from the extremely dubious finds at Bolle (1:2:15), I know only two examples of horizontal-wheeled mills from the period in question with the exception of Palestine, where they seem to have been common (1:2:31-43): the turbine-like mill in Chemtou (1:2:44) from the IIIrd century and a fairly large establishment with more than ten horizontal wheels near Augusta Emerita in Spain (1:2:19). This diffusion seems to indicate an extension of the type from South-West Asia, not via Greece and Italy as Bennett-Elton, Curwen and others have claimed, but along the Mediterranean coast of Northern Africa to the peninsula of the Pyrenees in the west. Owing to the scarcity of evidence, however, one would be wise to proceed cautiously: horizontal-wheeled mills may have been common in Europe as well, even if no archaeological finds are known before the VIIIth century (Tamworth).

2:3 The parts of the mill machinery

Our knowledge of the different parts of an ancient water-mill is based on the following evidence:

The water-wheel	1:1:6,7	1:2:5,17,21,25-27,44	1:3:2,4
The wheel-axle	1:1:6	1:2:2,9,21,25,27	1:3:2,4
The cog-wheels	1:1:6,7	1:2:10,17,21,23,27	
The iron spindle	1:1:6	1:2:4,5,10,12	
The mill-stones	1:1:6,7	1:2:1,3,5,13,16,17,20,22,25,27,30	
The hopper	1:1:6		

2:4 The surrounding constructions

Our knowledge of the constructions which surrounded the mill machinery is based on the following evidence:

The dam	1:1:29,36	1:2:5,15,17,19,22,31-37,40-42,44	
The sluices		1:2:6,7,17,22,23,37,44	
The mill-race	1:1:36	1:2:2,5,7,11,15,17,21,22,26-28,32-37,44	
The wheel-race		1:2:2,5,12,17,21-23,26,27,44	
The tail-race		1:2:2,5,17,23,26,27,32-36	
The mill house		1:2:2,5-7,11,15,17,21,22,26,27	1:3:4

2:5 Effect

Some scholars have attempted to calculate the effect and production capacity of the ancient water-mills, both as compared in general to animal-powered mills and querns and in particular to individual, archaeologically-known mills such as Barbegal (Sagui) and Venafrum (Jacono). These calculations rest on very unsteady ground, however, as we know all too little about water resources and about the exact design and size of the mill machinery.

3 THE ORIGIN AND DIFFUSION OF THE WATER-MILL

3:1 The period up to c. 100 A.D.

The three oldest relevant text sources all stem from the Augustean period: Vitruvius (1:1:6) from 40/10 B.C., Antipater (1:1:7) from 20 B.C./10 A.D., and Strabon (1:1:8) from 20 B.C./20 A.D. To be sure, Strabon is considered by most to prove the existence of water-mills already during the reign of Mithridates VI (120-63 B.C.), but in actuality, he only explains that there was a mill near Mithridates' palace when he himself wrote about it. How tempting it may be, despite everything, to connect the Kabeira mill with Mithridates himself, it is in my opinion inadvisable to set a *terminus ante quem* earlier than about 15/10 B.C., and even that is pressing it a bit in view of the available evidence.

A *terminus post quem* must be based on those phenomena whose non-existence would preclude the existence of the water-mill itself. The cog-wheel is noted already during the IIIrd century B.C., but we do not know of any examples of the right angle gear before the 1st. The water-wheel could possibly have existed early but no sure evidence of the hydraulic noria exists more than a few decades before the earliest mentions of the water-mill. The rotary mill is known with certainty in the first half of the IInd century B.C., but it may very well be older. Thus, no meaningful *terminus post quem* can be established, but the general impression given by this information at least does not contradict the conventional dating of the vertical-wheeled mill to the 1st century B.C.

This notion is further supported by the early literary evidence. Vitruvius mentions the water-mill among machines which are not often used, and Strabon does not give the impression that it was common either; finally, Antipater obviously views it as something completely new - at least to him. Thus, there is nothing which directly hinders us from dating the invention as late as the second half of the 1st century B.C. On the other hand, in view of our deficient knowledge of the history of the water-wheel and the cog-wheel, we cannot exclude the possibility that the principle was already known in the IInd cen-

ture B.C. The fact that the water-mill was considered a novelty in certain areas of the Mediterranean world shortly before the birth of Christ does not negate this possibility, as technical inventions could sometimes spread remarkably slowly during this period.

We have still fewer indications of the location of the invention. Despite a wide-spread opinion, Vitruvius cannot be viewed as evidence for the existence of the water-mill in Italy: his usage of a Greek technical term seems rather to indicate just the opposite. Nor can Antipater's epigram be considered unconditionally as a description of the situation in Greece, as the author spent a great part of his life in Italy. Finally, Strabon implicitly mentions Kabeira in Asia Minor, but we should not place too great an importance on this solitary mention, even more so since it may refer to a notably later period than what is generally considered to be the case. The source material does not permit any definite conclusions to be drawn, and above all does not support the common contention that the water-mill spread from Asia Minor (Strabon) via Greece (Antipater) to Italy (Vitruvius).

Contrary to certain authors, I see no reason to place the invention of the water-mill outside of the Mediterranean area, but on the other hand I find no possibility to locate the site within the area. Vitruvius' use of a Greek technical term could perhaps give preference to the eastern part, but that is not sure either. Of the necessary prerequisites, both the rotary mill and the water-wheel ought to have been well spread out over a greater part of the area during the 1st century B.C., and there is no reason to believe that the same was not true of the work carried out by the Hellenistic scientists on gearing techniques. Thus, Syria and Alexandria have as little claim on the origin of the wheel mill as Asia Minor.

After its extensive appearance during the Augustean period (1:1:6-8; cf. 1:1:5, 11), the water-mill disappears almost completely from literature for several hundred years. I know of only two other mentions in the 1st century A.D.: Plinius (1:1:10) who describes its use in the Italian countryside and two places in the Talmud (1:1:14) which are considered as evidence for the common occurrence of the water-mill in Palestine already prior to 70 A.D.

3:2 Development c. 100-300 A.D.

Despite the almost complete lack of literary mention, the water-mill during this period attained a remarkable diffusion. We find it probably in Rome itself, where the assumption of the origin of the Janiculum mills being connected with Aurelianus' reforms of the food distribution to the city proletariat is supported somewhat by the hypothetical dating of the mill under the Baths of Caracalla (1:2:21) and the Catacomb painting of an overshot mill in Coemeterium Maius (1:3:2) to the latter half of the IIIrd century. We find it also in such widely-spread parts of the Empire as Britain in the north-west (1:2:2,5,6, 11,13), Africa in the south (1:2:44), and Palestine in the east (1:2:31,37,43). It was probably employed for household use (Palestine; country estates in Britain), military maintenance (Hadrian's wall) and even a "state" establishment for grain provisions in the city of Rome (Janiculum). It is also with this in mind that we should view the enormous mill establishment at Barbegal (1:2:17), regardless of whether it was built already around or shortly after 250 A.D. or whether it introduced the next period and should be assigned to the first decade of the IVth century.

The dividing line between this period and the next is set by the Price Edict of Diocletianus in 301 (1:1:17), in which the water-mill could logically take the place it had *de facto* won beside the animal-powered mill and the quern. At this time, the water-powered mill was so well-established throughout the entire Roman Empire and the source material becomes so abundant that diverse geographical areas can be studied separately.

3:3 Development c. 300-500 A.D.

Our knowledge of the development within the respective areas is based on the following evidence:

Italy	1:1:19,22,25,32,37	1:2:21?,23?,25?	
Gaul	1:1:21,26,27,29,34?,35,36	1:2:17	
Germany	1:1:12		
Britain		1:2:4,7,10	
North Africa	1:1:30		1:3:3?
The Balcans	1:1:13?,33	1:2:26-28	1:3:4-5
Asia Minor	1:1:24		
Palestine	1:1:14	1:2:30,32-36	
Mesopotamia	1:1:14		
India	1:1:18		

3:4 China

As in Europe, the rotary mill has been in existence in China from at least the first half of the IInd century B.C. Even if water-powered grain-mills are not mentioned before the IIIrd century A.D., there is reason to suspect that they existed already prior to the birth of Christ, since horizontal water-wheels are in evidence from c. 20 A.D. for other industrial purposes.

4 ECONOMIC, SOCIAL AND LEGAL ASPECTS

4:1 Areas of usage

One of the most serious flaws in the discussions concerning the origin and diffusion of the water-mill is the fact that in general, one does not seem to have reflected on the difference between rural and urban conditions. Usually the cities were situated on heights without access to running water, or around larger rivers which prior to the invention of the floating mill were extremely unsuitable for the establishment of water-mills. Variations in the water level rendered the mills unusable for a large part of the year and made them very vulnerable during the spring floods.

In spite of this, many scholars have been misled by the preserved source material which for Antiquity deals with the cities and only exceptionally gives any information about conditions in the countryside. Interest has focused specifically around the situation in Rome. By using what in my opinion are hardly convincing arguments, one has dated the origin of the Janiculum mills as late as the end of the IVth century. In this connection, great importance has been placed upon the fact that animal-powered mills verifiably occurred in Rome around the middle of that century. This, however, lacks any value as proof, since we obviously have no cause to consider an either/or existence here: most probably both mill types worked side by side in the same way they did during the Middle Ages and up to our own century.

Personally, I am inclined to assign the origin of the Janiculum mills to a date as early as the end of the IIIrd century. The mills at Chemtou (1:2:44) are contemporary, while undated examples are known from Günzburg (1:1:12), Saepinum (1:2:23) and possibly Lincoln (1:2:9). The mills on the Agora of Athens (1:2:26-28) were first established during the Vth century at a time when not only Athens but the ancient city culture in general was declining.

The Barbegal establishment (1:2:17) has been connected by several authors with bread provision to the Roman army. Naturally, one cannot exclude the possibility that this was the case, but such a connection seems much more likely in regard to the finds by Hadrian's wall (1:2:2,5,12). In itself, it would hardly be surprising if the Roman army was the driving force behind these mills. Grain provision constituted an imminent problem which one was anxious to solve in the most effective way. Curwen was of the opinion that the Roman legions were significant in the spreading of the rotary quern over large parts of the Mediterranean world and Western Europe in the centuries prior to the birth of Christ. It might well be that they played a corresponding role in the diffusion of the water-mill during the succeeding centuries.

In the countryside, conditions were much more favourable than in the cities. Small streams and brooks could be altered without too much work to better suit the establishment of a water-mill. Damage to the wheel could be avoided and one could insure a steady flow of water by constructing dams, sluices and mill-races. The preserved source material also indicates that one took advantage of the possibilities that existed.

The mills that were described by Antipater (1:1:7) and Strabon (1:1:8) seem to have been intended to serve large self-sufficient country estates (cf. 1:1:5). Smaller rural water-mills in Italy are mentioned by Plinius (1:1:10), and Palladius (1:1:23) recommends that on large estates, the drain water from baths should be used to drive the mills. Further literary evidence comes from Gaul (1:1:35-36), archaeological proof from Britain (1:2:1,3,6,7,13) and possibly from Italy (1:2:25) and Africa (1:3:3).

The support situation for the early monasteries was similar to that of the country estates. Many early hermits were dependent on querns for their continued existence, but when several monks combined to form monastery-like units, it could be worth their while to establish large water-powered or animal-powered mills (1:1:29,36).

4:2 Legal aspects

The water-mill differs from other contemporary mill types not only because of its size and the expensive investments connected with it. While the animal-powered mill constitutes a closed entity within the walls of a mill house, the water-mill has a direct effect on its surroundings: water-courses are closed for traffic, dams cover large areas of land with water, mill-races limit the water's accessibility for other users, etc.

Problems of this kind create unlimited possibilities for legal conflicts and one can reasonably expect to find this reflected in ancient laws. To the contrary, almost all the mentions in Roman law and edicts (1:1:5,17,22,32) take up other types of issues. Only in one case, an inscription concerning the village Promona in Dalmatia (1:1:12), do we seem to have a decree which regulates the right to use water to drive mills.

Questions of water rights are handled more generally by several Roman jurists, however. The most important in this context is a statement by Ulpianus (Digesta XXXIX 2,24), which established that anyone had the right to build on non-private river banks, on the condition that this occurred without creating inconvenience for anyone else. We find an example of such inconveniences in connection with the building of a mill as early as around 500 A.D. (1:1:36), and starting from the following century the Teutonic codes give more detailed directions for these questions.

4:3 The growth of the Miller's craft

It is commonly considered that millers as an occupational category came into existence as a direct result of the introduction of the water-powered mill, which normally forced a division between the grinding of grain and the baking

of bread - functions which were taken care of previously by one and the same occupational group, the *pistores*. In principle, I agree with this notion, but I am not prepared to accept offhand the oldest mentions of *molendinarii* and *molitores* (1:1:5,11?) as proof of the existence of water-mills in the Augustean period. The first certain mention we have of them occurs c. 480 in Dynamius' edict (1:1:32), but there must have been millers on the Janiculum as long as the mills there were in function; perhaps it was one of these millers who had himself buried in the Coemeterium Maius at the end of the IIrd century, next to the painting of an overshot water-wheel (1:3:2).

The fact that independent corporations for millers existed in other cities than Rome is seen from an inscription from Güzunzburg in Bavaria, where *molinarii* dedicate an altar to Neptune (1:1:12).

The sources leave us totally in the dark concerning the development of secular mills in the countryside up to the VIth century (cf. 1:1:5, however), but we are better informed about the monasteries' mills. Certain early saints were described as being personally occupied with their water-mills (1:1:26), but gradually as a more firmly organized monastic establishment evolved in Western Europe, the miller function seems to have been institutionalized and entrusted to a specially chosen brother (1:1:29,36).

It did not take long, however, before the big monasteries' rapidly growing land ownership demanded a much larger and more bureaucratic organization. The final step in this development was a decree issued in 822 which regulated the economic administration of the agricultural estates under the control of the Corbie monastery. The mills here were organized under a special *ministerium* with its own supervisor, whose status - monk or layman - is unclear.

L I T T E R A T U R

Klassiska texter citeras i allmänhet efter Teubner-upplagan, även om jag emellanåt använt avvikande läsarter där jag funnit så vara motiverat. Dessa antika texter förekommer inte i litteraturförteckningen annat än i några fall, där hänvisning ges icke till texten själv utan till utgivarens kommentarer. Däremot upptar jag i stor utsträckning de tidigmedeltida textupplagor jag utnyttjat, då dessa normalt torde vara mindre lättillgängliga för en klassiskt bildad publik. Artiklar i uppslagsverk som Pauly-Wissowas Realencyclopädie (RE) eller Daremberg-Saglio (DS) tas icke heller upp i förteckningen, utan ges fullständiga bibliografiska upplysningar på respektive plats i notapparaten, och detsamma gäller verk jag inte själv haft tillfälle att studera, men ändå ansett böra nämnas.

- Acta Sanctorum XIV *Acta sanctorum quotquot toto orbe coluntur, vel a catholicis scriptis celebrantur, quae ex Latinis et Graecis aliarumque gentium antiquis monumentis collegit Ioannes Bollandus, servata primigenia scriptorum phrasi ... Editio novissima, curante Ioannes Carmadet. Vol. XIV. Maii tomus primus. Parisiis et Romae 1866.*
- Aebischer P. Aebischer, "Les dénominations du moulin dans les chartes italiennes du moyen âge", *Archivum Latinitatis Medii Aevi* 7 (1932) 49-63.
- [Anonymus 1965] "Hampshire. Archaeologists to search for Roman water mill", *Archaeological News Letter* 7 (1965) 261.
- [Anonymus 1973] "Jahresbericht 1972 des Deutschen Archäologischen Instituts", *Archäologischer Anzeiger* 1973:4, 720-771.
- [Anonymus 1977] "Jahresbericht 1976 des Deutschen Archäologischen Instituts", *Archäologischer Anzeiger* 1977:4, 611-661.
- Applebaum S. Applebaum, "Roman Britain", i *The agrarian history of England and Wales*. General editor H.P.R. Finberg. Vol. I:2. A.D. 43-1042. Cambridge 1972. pp.3-277.
- Ashby Th. Ashby, *The aqueducts of ancient Rome*. Edited by I.A. Richmond. Oxford 1935.
- Avitsur 1960 S. Avitsur, "On the history of the exploitation of water power in Eretz-Israel", *Israel Exploration Journal* 10 (1960) 37-45.
- Avitsur 1969 S. Avitsur, "Watermills in Eretz Israel, and their contribution to water power technology", *Transactions of the 2. international symposium on molinology, Danmark, May 1969*, pp.389-408.
- Avi-Yonah M. Avi-Yonah, "Map of Roman Palestine", *The quarterly of the Department of antiquities in Palestine* 5 (1936) 139-193.
- Beck Th. Beck, *Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues*, Zweite Aufl. Berlin 1900.
- Beckmann II J. Beckmann, *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*. Vol. II. Leipzig 1788.
- Bennett-Elton I, II R. Bennett & J. Elton, *History of corn milling*. Vol. I. *Handstones, slave & cattle mills*. London-Liverpool 1898. Vol. II. *Water-mills and windmills*. London-Liverpool 1899.
- Benoit F. Benoit, "L'usine de meunerie hydraulique de Barbegal (Arles)", *Revue Archéologique* 15 (1940) 19-80.
- Bloch M. Bloch, "Avènement et conquêtes du moulin à eau", *Annales d'histoire économique et sociale* 7 (1935) 538-563.

- Blümner H. Blümner, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*. Vol. 1². Leipzig 1912.
- Brett 1939 G. Brett, "Byzantine water-mill", *Antiquity* 13, no.51 (1939) 354-356.
- Brett 1947 *The great palace of the Byzantine emperors, being a first report of the excavations carried out in Istanbul on behalf of the Walker trust (The University of St. Andrews) 1935-1938*. London 1947. Chapter III (pp.64-97) *The mosaics*. By G. Brett.
- Bruce-Richmond J.C. Bruce, *Handbook to the Roman wall*. 10. ed. by I.A. Richmond. Newcastle upon Tyne 1947.
- Brøndsted III J. Brøndsted, *Danmarks Oldtid*. Vol. III. *Jernalderen*. København 1960.
- CG-CI I:1 *Corpus der Griechisch-Christlichen Inschriften von Hellas*, herausgegeben von H. Lietzmann, N.A. Bees und G. Sotiriu. Vol. I. *Die Griechisch-Christlichen Inschriften des Peloponnes*, herausgegeben von N.A. Bees. Lief. 1. *Isthmos-Korinthos*. Athen 1941.
- CGL II, III *Corpus Glossariorum Latinorum* a G. Loewe incohatur auspiciis Societatis litterarum regiae Saxonicae composuit recensuit edidit G. Goetz. Vol. II. *Glossae Latinograecae et Graecolatinae* ediderunt G. Goetz et G. Gundermann. Lipsiae 1888. Vol. III. *Hermeneumata Pseudodositheana* edidit G. Goetz. Lipsiae 1892.
- von Christ II:1 W. von Christ, *Geschichte der griechischen Litteratur*. Fünfte Auflage ..., bearbeitet von W. Schmid. Vol. II. *Die nachklassische Periode der griechischen Litteratur*. 1. *Von 320 vor Christus bis 100 nach Christus*. München 1911. (Handbuch der klassischen Altertums-Wissenschaft ... herausgegeben von I. von Müller VII:I:1).
- Cianfarani 1967 V. Cianfarani, "Saepinum, Sepino (Samnium, Campobasso)", *Fasti Archaeologici* 22 (1967) 344 no.5030.
- Cichorius C. Cichorius, *Römische Studien. Historisches Epigraphisches Literaturgeschichtliches aus vier Jahrhunderten Roms*. Leipzig-Berlin 1922.
- CIL *Corpus Inscriptionum Latinarum consilio et auctoritate Academiae litterarum regiae Borussicae editum*. Berolini 1893-.
- Collingwood R.G. Collingwood, *Roman Britain and the English settlements*. 2 ed. Oxford 1937.
- Collingwood-Richmond R.G. Collingwood & I.A. Richmond, *The archaeology of Roman Britain*. London 1969.
- Curwen E.C. Curwen, "The problem of early water-mills", *Antiquity* 18, no.69 (1944) 130-146.
- Dalman III G. Dalman, *Arbeit und Sitte in Palästina*. Vol. III. *Von der Ernte zum Mehl. Ernten, Dreschen, Worfeln, Sieben, Verwahren, Mahlen. Gütersloh 1933* (Schriften des deutschen Palästina-Instituts 6).
- DAT *Dictionnaire archéologique des techniques*. Paris 1963-1964.
- De Paor M. & L. De Paor, *Early christian Ireland*. London 1958. (Ancient peoples and places 8).
- Doyé II F. von Sales Doyé, *Heilige und Selige der römisch-katholischen Kirche. Deren Erkennungszeichen, Patronate und Lebensgeschichtliche Bemerkungen*. Vol. II. Leipzig 1930.
- Drachmann A.G. Drachmann, *The mechanical technology of Greek and Roman antiquity. A study of the literary sources*. Copenhagen 1963 (*Acta historica scientiarum naturalium et*

- medicinalium. Edidit Bibliotheca Universitatis Haunensis 17).
- DS *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines d'après les textes et les monuments...* Ouvrage rédigé sous la direction de Ch. Daremberg et E. Saglio. Paris 1877-1919.
- Du Cange *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, conditum a Carolo Du Fresne domino Du Cange ... digessit G.A.L. Henschel ... Editio nova aucta pluribus verbis aliorum scriptorum a L. Favre. Niort 1883-1887.
- Duval P.-M. Duval, "L'apport technique des Romains", i *Histoire générale des techniques*, publiée sous la direction de Maurice Daumas. Vol. I. *Les origines de la civilisation technique*. Paris 1962. pp.218-254 (Kapitel 2:4).
- Ek S.B. Ek, *Väderkvarnar och vattenmöllor*. Stockholm 1962 (Nordiska museets handlingar 58).
- von Elbe J. von Elbe, *Roman Germany. A guide to sites and museums*. Mainz 1975.
- Evans J. Evans, "On some iron tools and other articles formed of iron found at Silchester in the year 1890", *Archeologia* 54 (1894) 139-156.
- Eydoux H.P. Eydoux, *Monuments et trésors de la Gaule. Les récentes découvertes archéologiques*. Paris 1962 (orig. uppl. 1958).
- Fahy E.M. Fahy, "A horizontal mill at Mashanaglass, Co. Cork", *Journal of the Cork historical and archaeological society* 61 (1956) 13-57.
- Feldhaus 1914 F.M. Feldhaus, *Die Technik der Vorzeit, der geschichtlich- en Zeit und der Naturvölker*. Leipzig-Berlin 1914.
- Feldhaus 1931 F.M. Feldhaus, *Die Technik der Antike und des Mittelalters*. Potsdam 1931 (Museum der Weltgeschichte).
- Feldhaus 1936 F.M. Feldhaus, "Ahnen des Wasserrades", *Die Umschau* 40 (1936) 472-476.
- Forbes II R.J. Forbes, *Studies in ancient technology*. Vol. II. Leiden 1955.
- Forbes 1956 R.J. Forbes, "Power", i *A history of technology*. Edited by C. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall, and T.I. Williams. Vol. II. *The Mediterranean civilizations and the Middle Ages c. 700 B.C. to c. A.D. 1500*. Oxford 1956. pp.589-622 (Kapitel 17).
- Forti U. Forti, *Storia della tecnica dal medioevo al rinascimento*. Firenze 1957.
- Frere S. Frere, *Britannia. A history of Roman Britain*. London 1967.
- Gade D.W. Gade, "Grist milling with horizontal waterwheel in Central Andes", *Technology and culture* 12 (1971) 43-51.
- Garrett C.S. Garrett, ..., assisted by F.H. Harris, "Chesters Roman villa, Woolaston, Gloucestershire", *Archaeologia Cambrensis* 93 (1938) 93-125.
- Gatti G. Gatti, "Notizie di recenti trovamenti di antichità in Roma, e nel suburbio", *Bullettino della Commissione archeologica comunale di Roma* 40 (1912) 152-175.
- Gerstinger G. Gerstinger, "Prodromus Corporis epistularum privatarum inter papyros Graecas Vindobonenses (PER) asservatarum edendi", *Aegyptus* 32 (1952), fasc.2 (= Raccolta di scritti in onore di Girolamo Vitelli III) 363-381.
- Ghislanzoni E. Ghislanzoni, "Scavi nelle Terme Antoniniane", *Notizie degli scavi di antichità* ser. 5, 9 (1912) 305-325.
- Gille B. Gille, "Le moulin à eau. Une révolution technique médiévale", *Techniques et Civilisations* 3, no.1 (1954) 1-15.

- Gleisberg H. Gleisberg, *Technikgeschichte der Getreidemühle*. München-Düsseldorf 1956 (Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte 24:3).
- Gow-Page II *The Greek Anthology. The Garland of Philip and some contemporary epigrams*. Edited by A.S.F. Gow and D.L. Page. Vol. II. *Commentary and indexes*. Cambridge 1968.
- Grabar A. Grabar, *L'âge d'or de Justinien. De la mort de Théodose à l'Islam*. Paris 1966 (L'univers des formes).
- Graves II R. Graves, *The Greek myths*. Vol. II. Harmondsworth 1955.
- Haudricourt-Daumas A. Haudricourt & M. Daumas, "Les premières étapes de l'utilisation de l'énergie naturelle", i *Histoire général des techniques*, publiée sous la direction de Maurice Daumas. Vol. I. *Les origines de la civilisation technique*. Paris 1962. pp.91-115 (Kapitel 1:5).
- Heichelheim F.M. Heichelheim, "Roman Syria", i *An economic survey of ancient Rome*. Edited by T. Frank. Vol. IV. Baltimore 1938. pp.121-258.
- Heringius I. Heringius, *Tractatus de molendinis eorumque iure*. Francofurti 1663.
- Hodgen M.T. Hodgen, "Domesday water mills", *Antiquity* 13, no.51 (1939) 261-279.
- Holder II A. Holder, *Alt-celtischer Sprachschatz*. Vol. II. Leipzig 1897-1904.
- Hughes K. Hughes, *Early christian Ireland: introduction to the sources*. Ithaca, N.Y. 1972.
- Jacobi H. Jacobi, *Saalburg Jahrbuch* 3 (1912) 75-95.
- Jacono L. Jacono, "La ruota idraulica di Venafro", *L'ingegnere* 12 (15 dicembre 1938). Citerad i *Annali dei lavori pubblici* 77 (1939) 217-220.
- Jasny N. Jasny, "Wheat prices and milling costs in Classical Rome", *Wheat studies of the Food Research Institute* 20:4 (1944) 137-170.
- Jeanton 1920 M.G. Jeanton, "L'ancienne ville romaine de Tournus et son Castrum", *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques* 1920, pp.155-181.
- Jeanton 1924 M.G. Jeanton, "Les antiquités romaines du canton de Tournus (Saône-et-Loire)", *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques* 1924, pp.33-71.
- Jones II, III A.H.M. Jones, *The later Roman Empire 284-602. A social and administrative survey*. Oxford 1964.
- Joyce II P.W. Joyce, *A social history of ancient Ireland*. Vol. II. Third edition. London-Dublin 1920.
- Kiechle F. Kiechle, *Sklavenarbeit und technischer Fortschritt im römischen Reich*. Wiesbaden 1969 (Forschungen zur antiken Sklaverei, herausgegeben von J. Vogt und H.U. Instinsky 3). *Sammelbuch griechischer Urkunden aus Aegypten*. Im Auftrage der Strassburger wissenschaftlichen Gesellschaft begonnen von F. Preisigke, fortgeführt von F. Bilabel und E. Kiessling; hrsg. von H.-A. Rupprecht. Vol. VI. Wiesbaden 1958-1963.
- Kiessling VI
- Koehne C. Koehne, *Das Recht der Mühlen bis zum Ende der Karolingerzeit. Ein Beitrag zur Geschichte des Deutschen Gewerbeerchts*. Breslau 1904 (Untersuchungen zur Deutschen Staats- und Rechtsgeschichte, herausgegeben von O. Gierke 71).
- Koehne 1913 C. Koehne, "Die Mühle im Rechte der Völker", *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure* 5 (1913) 27-53.
- KP *Der kleine Pauly. Lexikon der Antike*. Auf der Grundlage

- von Pauly's Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft ... bearbeitet und herausgegeben von K. Ziegler und W. Sontheimer. Stuttgart 1964-1975.
- Lanciani *FUR* *Forma Urbis Romae*. Consilio et auctoritate regiae academiae lyncaeorum formam dimensus est et ad modulum 1:1000 delineavit Rodolphus Lanciani. Mediolani 1893-1901.
- Landels J.G. Landels, *Engineering in the ancient world*. London 1978.
- Lauffer *Diokletians Preisedikt*. Herausgegeben von S. Lauffer. Berlin 1971 (Texte und Kommentare. Eine altertumswissenschaftliche Reihe 5).
- Liebl H. Liebl, "Epigrafisches aus Dalmatien", *Jahreshefte des österreichischen archäologischen Institutes in Wien* 5. (1902), Beiblatt 1-8.
- Lindet L. Lindet, "Les origines du moulin à grains", *Revue Archéologique* 36 (1900) 17-44.
- Liversidge J. Liversidge, *Britain in the Roman empire*. London 1973 (orig. uppl. 1968).
- Lugli I, IV G. Lugli, *I monumenti antichi di Roma e suburbio*. Vol. I. *La zona archeologica*. Roma 1930. Vol. IV. Supplemento. *Un decennio di scoperte archeologiche*. Roma 1940.
- Manning W.H. Manning, "A mill pivot from Silchester", *The antiquaries Journal* 44 (1964) 38-40.
- Marôti E. Marôti, "Ueber die Verbreitung der Wassermühlen in Europa", *Acta Antiqua Academiae Scientiarum Hungaricae* 23:3-4 (1975) 255-280.
- Marquardt J. Marquardt, *Das Privatleben der Römer*. Vol. II. Zweite Auflage, besorgt von A. Mau. Leipzig 1886 (Handbuch der römischen Alterthümer von J. Marquardt und Th. Mommsen VII:2).
- Marucchi O. Marucchi, "Resoconto delle adunanze tenute dalla Società per le conferenze d'archeologia cristiana (Anno XLII, 1917)", *Nuovo bulletino di archeologia cristiana* 23 (1917) 95-109.
- MCR Catalogo *Museo della civiltà Romana. Catalogo*. Roma 1958.
- Mélida I J.R. Mélida, *Catalogo monumental de España. Provincia de Badajoz (1907-1910)*. Vol. I. Madrid 1925.
- MGH Auct.Ant. XI *Monumenta Germaniae Historica. Auctores Antiquissimi*. Vol. XI. *Chronica minora saec. IV.V.VI.VII*. Ed. Th. Mommsen, vol. 2. Hannoverae-Berolini 1894.
- MGH Dipl.Karol. I *Monumenta Germaniae Historica. Diplomata Karolinorum (Die Urkunden der Karolinger)*. Vol. I. *Pippini, Caroli magni diplomata*. Hannoverae 1906.
- MGH Leges I:I, I:IV:1 I:V:1-2 *Monumenta Germaniae Historica. Legum sectio I. Leges nationum Germanicarum*. Vol. I. *Leges Visigothorum*. Ed. K. Zeumer. Hannoverae-Lipsiae 1902.
- Vol. IV:1. *Pactus leges Salicae*. Ed. K.A. Eckhardt. Hannoverae 1962.
- Vol. V:1. *Leges Alamannorum*. Ed. K. Lehmann. Hannoverae 1888.
- Vol. V:2. *Lex Baiuvariorum*. Ed. E. Heymann. Hannoverae 1926.
- MGH Scr.rer.Mer. I, III, IV *Monumenta Germaniae Historica. Scriptores rerum Merovingicarum*. Vol. I. *Gregorii Turonensis opera*. Ed. W. Arndt et B. Krusch. Hannoverae-Lipsiae 1885.
- Vol. III. *Passiones vitaeque sanctorum aevi Merovingici et antiquorum aliquot*. Ed. B. Krusch. Hannoverae-Lipsiae 1896.

- MGH SS II, XIII, XV:1
Vol. IV. *Passiones vitaeque sanctorum aevi Merovingici*. Ed. B. Krusch. Hannoverae-Lipsiae 1902.
Monumenta Germaniae Historica. Scriptores. Vol. II. Ed. G.H. Pertz. Hannoverae 1829.
Vol. XIII. Ed. G. Waitz. Hannoverae 1881.
Vol. XV:1. Hannoverae 1887.
- Mommsen-Blümner
Edictum Diocletiani de pretiis rerum venalium. Edidit Th. Mommsen - *Der Maximaltariff des Diocletian*, erläutert von H. Blümner. Berlin 1893.
- Moritz
L.A. Moritz, *Grain-mills and flour in Classical Antiquity*. Oxford 1958.
- Moritz 1956
L.A. Moritz, "Vitruvius' water-mill", *The Classical Review*, New series 6 (1956) 193-196.
- Müller
K. Müller, *Die Epigramme des Antiphilos von Byzanz*. Berlin 1935.
- MWBA
Mittellateinisches Wörterbuch bis zum ausgehenden 13. Jahrhundert. In Gemeinschaft mit den Akademien der Wissenschaften zu Göttingen, Heidelberg, Leipzig, Mainz, Wien und der Schweizerischen Geisteswissenschaftlichen Gesellschaft herausgegeben von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. München 1959-
J. Needham, *Science and civilisation in China*. Vol. I. *Introductory orientations*. Cambridge 1954. Vol. IV:2. *Physics and physical technology. Part II: Mechanical engineering*. Cambridge 1965.
- Needham I, IV:2
R.C. Neville, "Description of a remarkable deposit of Roman antiquities of iron, discovered at Great Chesterford, Essex, in 1854", *The Archaeological Journal* 13 (1856) 1-13
- Neville
Novum glossarium mediae latinitatis ab anno DCCC usque ad annum MCC. Edendum curavit consilium academiarum consociatarum. Hafniae 1957-
E. Pais, *Italia antica*. Vol. I. Bologna 1922.
- NGML
A.W. Parsons, "A Roman water-mill in the Athenian Agora", *Hesperia* 5 (1936) 70-90.
- Pais I
The Princeton Encyclopedia of classical sites. R. Stillwell, ed. Princeton, N.J. 1976.
- Parsons
S.B. Platner, *A topographical dictionary of ancient Rome*. Completed and revised by Th. Ashby. Oxford-London 1929.
- PE
P.A. Rahtz & D.A. Bullough, "The parts of an Anglo-Saxon mill", *Anglo-Saxon England* 6 (1977) 15-37.
- Platner-Ashby
C. Reindl, "Ein römisches Wasserrad", *Wasserkraft und Wasserwirtschaft* 34 (1939) 142-143.
- Rahtz-Bullough
Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft. Neue Bearbeitung. Unter mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von G. Wissowa, W. Kroll, K. Mittelhaus, K. Ziegler und W. John. Stuttgart 1894-
I.A. Richmond, *Roman Britain*. Second edition. Harmondsworth 1963 (The Pelican history of England 1).
- Reindl
I.A. Richmond, "Industry in Roman Britain", in *The civitas capitals of Roman Britain*. Edited by J.S. Wachter. Leicester 1966. pp.76-86.
- RE
M. Rostovtzeff, *The social and economic history of the Hellenistic world*. Vol. I. Oxford 1941.
- Richmond 1963
A. Saarisalo, *The boundary between Issachar and Naphtali. An archaeological and literary study of Israel's settlement in Canaan*. Helsinki 1967.
- Richmond 1966
C.L. Sagui, "La meunerie de Barbégail (France) et les roues hydrauliques chez les anciens et au moyen âge", *Isis* 38
- Rostovtzeff
- Saarisalo
- Sagui

- (1948) 225-231.
- Sakâzov I. Sakâzov, *Bulgarische Wirtschaftsgeschichte*. Berlin-Leipzig 1929 (Grundriss der slavischen Philologie und Kulturgeschichte 5).
- Sardis VII *Sardis*. Vol. VII. *Greek and Latin inscriptions*. Part I. By W.H. Buckler and D.M. Robinson. Leyden 1932.
- Schanz-Hosius II M. Schanz, *Geschichte der römischen Literatur bis zum Gesetzgebungswerk des Kaisers Justinian*. Vol. II. *Die römische Literatur in der Zeit der Monarchie bis auf Hadrian*. Vierte, neu bearbeitete Auflage von C. Hosius. München 1935 (Handbuch der Altertumswissenschaft. Begründet von I. von Müller, neu herausgegeben von W. Otto, Vol. VIII:2).
- Schiøler Th. Schiøler, *Roman and Islamic water-lifting wheels*. Odense 1973 (Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium. Edidit Bibliotheca Universitatis Haunien-sis 28).
- Schuster A.I. card. Schuster, *Storia di San Benedetto e dei suoi tempi*. Quarta edizione. Mediolani 1963.
- Scullard H.H. Scullard, *The Etruscan cities and Rome*. London 1967 (Aspects of Greek and Roman life).
- Simpson-Wilson *Watermills and military works on Hadrian's Wall. Excavations in Northumberland 1907-1913 by F. Gerald Simpson*. Edited by Grace Simpson. With a contribution on watermills by Lord Wilson of High Wray. Kendal 1976.
- Steensberg 1952 A. Steensberg, *Bondehuse og vandmøller i Danmark gennem 2000 år*. København 1952 (Nationalmuseets 3. afd. Ar-kaeologiska landsbyundersøgelser 1).
- Steensberg 1959 A. Steensberg, "En skvatmølle i Ljørring", *KUML, Årbog for jysk arkaeologisk selskab* 1959, pp.130-145.
- Steensberg 1978 A. Steensberg, "The horizontal water mill. A contribu-tion to its early history", *Prace i materiały muzeum archeologicznego i etnograficznego w Łodzi. Seria Ar-cheologiczna* 25 (1978) 345-356.
- Stokes 1887 *The tripartite life of Patrick, with other documents re-lating to that saint*. Edited with translations and in-dices by W. Stokes. Vol. I. London 1887 (Chronicles and memorials of Great Britain and Ireland during the Middle Ages 89:1).
- Stokes 1890 *Lives of saints from the Book of Lismore*, edited with a translation, notes, and indices by W. Stokes. Oxford 1890 (Anecdota Oxoniensia ... Mediaeval and modern series 5).
- Stadtmüller II:1 *Anthologia Graeca epigrammatum Palatina cum Planudea*. Edidit H. Stadtmueller. Vol. III:1. *Palatinae Libri IX epp. 1-563, Planudeae L. I continens*. In aedibus B.G. Teubneri. Lipsiae 1906.
- Storck-Teague J. Storck & W.D. Teague, *Flour for man's bread. A his-tory of milling*. University of Minnesota 1952.
- Talbot Rice 1958 *The great palace of the Byzantine emperors. Second re-port*, edited by D. Talbot Rice. Edinburgh 1958. Chap-ter VI (pp.121-160) *The mosaics*.
- Tengström E. Tengström, *Bread for the people. Studies of the corn-supply of Rome during the late Empire*. Stockholm 1974 (Skrifter utgivna av Svenska Institutet i Rom, 80, 12).
- Thompson H.A. Thompson, "Activities in the Athenian Agora: 1959", *Hesperia* 29 (1960) 327-368.
- Thompson-Wycherley *The Athenian Agora. Results of excavations conducted by the American School of Classical Studies at Athens*.

- Vol. XIV. *The Agora of Athens. The history, shape and uses of an ancient city center.* By H.A. Thompson and R.E. Wycherley. Princeton, N.J. 1972.
- TLL *Thesaurus Linguae Latinae.* Editus iussu et auctoritate consilii ab academiis societatibusque diversarum nationum electi. Lipsiae 1900-
- Usher A.P. Usher, *A history of mechanical inventions.* Revised edition. Cambridge, Mass. 1954.
- Van Buren I A.W. Van Buren, in collaboration with G.P. Stevens, "The Aqua Traiana and the mills on the Janiculum", *Memoirs of the American Academy in Rome* 1 (1917) 59-61.
- Van Buren VI A.W. Van Buren, in collaboration with G.P. Stevens, "The Aqua Alsietina on the Janiculum", *Memoirs of the American Academy in Rome* 6 (1927) 137-146.
- Van Buren XI A.W. Van Buren, in collaboration with G.P. Stevens, "Antiquities of the Janiculum", *Memoirs of the American Academy in Rome* 11 (1933) 69-79.
- Wacher J. Wacher, *The towns of Roman Britain.* London 1975.
- Wadström R. Wadström, *Svenska kvarntermer.* Uppsala 1952 (Skrifter utgivna genom Landsmåls- och folkminnesarkivet i Uppsala. Ser. A:8).
- Ward Perkins J.B. Ward Perkins, *Veii. The historical topography of the ancient city = Papers of the British School at Rome* 29 (1961).
- White L. White, Jr., *Medieval technology and social change.* Oxford 1962.
- Wiet-Elisseeff-
Naudou-Wolff *History of mankind. Cultural and scientific development.* Vol. III:1. *The great medieval civilizations.* By G. Wiet, V. Elisseeff, P. Wolff and J. Naudou. Chatham 1975.
- Wikander 1975 Ö. Wikander, "Från handkvarn till vattenmølla", *Meddelanden från Arkivet för folkets historia* 3:4 (1975) 20-27, 41.
- Wikander 1976 Ö. Wikander, "Från handkvarn till vattenmølla (2)", *Meddelanden från Arkivet för folkets historia* 4:2 (1976) 12-19, 40.
- Wikander 1979 Ö. Wikander, "Water-mills in ancient Rome", *Opuscula Romana* 12 (1979) 13-36.
- Wikander 1980 Ö. Wikander, "The use of water-power in Classical Antiquity", *Opuscula Romana* 13 (1980). Under tryckning.
- Wilkes J.J. Wilkes, *Dalmatia.* London 1969.
- Wilpert J. Wilpert, *Die Malereien der Katakomben Roms.* Freiburg im Breisgau 1903.
- Wilson 1965 D.R. Wilson, "Roman Britain in 1964. Sites explored", *Journal of Roman Studies* 55 (1965) 199-220.
- Wilson 1975 D.R. Wilson, "Roman Britain in 1974. Sites explored", *Britannia* 6 (1975) 221-
- Yacoub M. Yacoub, *Musée du Bardo. Musée Antique.* Tunis 1970.

A D D E N D A

1:2:11 Wherwell

Den 4 juli 1980 hade jag tillfälle sammanträffa med utgrävaren David Whitehouse, numera föreståndare för The British School at Rome, som var vänlig nog att visa mig sina planritningar över anläggningen. Han förklarade att en publikation av grävningen kan vara att vänta under de närmaste åren.

1:2:17 Barbegal

R. Freneaux' artikel i *Caesarodunum* (kapitel 1, n.144) innehåller inga som helst informationer av intresse i detta sammanhang.

1:2:21 Caracallas thermer

Under juli månad hade jag tillfälle att delta i en av Dr. Schiøler organiserad rensning och uppmätning av möllan, som gav utomordentligt värdefulla resultat. Hjulschaktet och mölleggravarna, vilka till stor del hunnit fyllas med jord sedan utgrävningarna i början av seklet, kunde friläggas ända till botten och lämnade intressanta vittnesbörd om möllans funktion. Stenlagren bevarar spår efter hjulaxlarna, genom vilka dessas dimensioner och utformning kan visas nära överensstämma med den i Athen (1:2:27). Beträffande konstruktionerna i rummets norra del nådde vi ingen klarhet, men på ett ställe påträffades orörda jordlager som vi genom vänligt tillmötesgående från Soprintendenzan kunde gräva ut. Fynden visade sig huvudsakligen bestå av grov hushållskeramik och enstaka glasfragment, vilka dock tycks bekräfta misstanken att möllan härrör från senantiken snarare än den tidiga medeltiden. Resultaten av undersökningen hoppas vi kunna publicera i *Opuscula Romana* 14.

1:2:23 Saepinum

Cianfaranis guidebok (kapitel 1, n.179) hade jag möjlighet studera på Tyska Institutets bibliotek i Rom. Av denna framgår att möllan inte ligger vid själva Forum utan vid fortsättningen av Decumanus, några hus längre bort: "Alla "casa dell'impluvio sannitico" tien dietro l'edificio di un mulino ad acqua, "hydromula". La lunga fossa rettangolare che si apre dinanzi ad esso contiene la ruota idraulica, di cui sono stati rinvenuti i ferramenti, mentre sono ancora in posto gli alloggiamenti di pietra per l'asse. La ruota era messa in azione da un getto d'acqua che, provenendo dal canaletto visibile sulla destra, poteva essere immesso nella fossa o deviato mediante un sistema di piccole chiuse, delle quali sono ancora in situ le guide di pietra. Le mole erano contenute nel grande vano rettangolare scavato dietro la fossa. L'uso dei locali retrostanti potrà essere accertato quando sarà completato lo scavo dell'edificio." (pp.45-46).

En plan över området kring Forum, som även avbildar möllan, står att finna i M. Gaggiotti, *La fontana del grifo a Saepinum*, Chieti 1973, Tav.23. Hjulschaktet kan anas i bakgrunden på fotografiet, Tav.1.

1:2:30-43 Palestina

Avitsurs artikel i *Israel Exploration Journal* (Avitsur 1960) publicerades samtidigt som särtryck tillsammans med ett omfattande bildmaterial, tyvärr av genomgående mycket dålig kvalitet. Bildtexterna ger viss ytterligare information, dock inte i något fall av mera avgörande betydelse: Beth Shean (1:2:30 - Fig.85. Ein Shogeq (1:2:31) - Figs.42, 70-71, 78. Farod I-III (1:2:32-34) - Figs.140, 160. Ma'agan Michael (1:2:37) - Figs.18-29. el Qabu (1:2:38) - Fig.138.

1:2:44 Chemtou

I ett temanummer om utgrävningarna i Chemtou i *DU Die Kunstzeitschrift* (Zürich) 1979:3 ägnar F. Rakob några sidor (pp.66-67) åt "Wasser als Element römischer Infrastruktur" och skriver där bl.a.: "Wohl ein Jahrhundert nach der Einweihung der Trajansbrücke [112 e.Kr.] wurde am linken Uferrand im Schutz des hohen Brückenkopfes ein rechteckiger Quaderbau angelegt, der uns eine bisher aus der Antike nicht bekannte technische Einrichtung zeigt: eine von Turbinen angetriebene Getreidemühle. Wenn der im Sommer nur wenig Wasser führende Fluss mit geringer Strömungsgeschwindigkeit das Rad einer normalen Wassermühle nicht hätte treiben können, wurde nun durch raffinierte Vorkehrungen das träge fließende Wasser zunächst in einem regulierbaren Mühlenteich gestaut und dann in drei sich wie Düren stark verengenden Mühlengängen beschleunigt. So konnte es die horizontal gelagerten Schaufelräder des hölzernen Turbinen in Bewegung setzen und drei Mühlsteine kreisen lassen, die unmittelbar auf den Turbinenachsen befestigt waren. Aber schon in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts n.Chr. unterspülte der Fluss in neuer Richtung die Fundamentplatte der Brücke, zerbrach ihre Fundamente und liess die Pfeiler einstürzen. Hohe Trümmerblöcke zerstörten das Mühlengebäude, sperrten den Mühlenteich und machten auch diese kleine, technologisch bedeutsame Anlage unbrauchbar." (p.66).

1:3:2 Coemeterium Maius

Wilperts datering av arcosolie-målningen bekräftas av den moderna konsthistoriska forskningen. Enligt A. Grabar, *The beginnings of Christian art, 200-395* (London 1967; fr. orig. 1966) 107, 320 (Fig.104) tillhör den "late 3rd century", och P. Testini, *Le catacombe e gli antichi cimiteri cristiani in Roma* (Bologna 1966) 293-294 (Fig.165) hänför den till tetrarchien - av allt att döma inte dess senare del.

